Belajar IPA

Membuka Cakrawala Alam Sekitar

untuk Kelas VIII
Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Saeful Karim
Ida Kaniawati
Yuli Nurul Fauziah
Wahyu Sopandi

2

PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Belajar IPA

Membuka Cakrawala Alam Sekitar

untuk Kelas VIII
Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Saeful Karim
Ida Kaniawati
Yuli Nurul Fauziah
Wahyu Sopandi

2

Belajar IPA

Membuka Cakrawala Alam Sekitar

untuk Kelas VIII Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Penulis	:	Saeful Karim Ida Kaniawati Yuli Nurul Fauziah Wahyu Sopandi
Penyunting	:	Tim Editor PT. Setia Purna Inves
Perancang Kulit	:	Tim Desainer PT. Setia Purna Inves
Tata Letak	:	Tim Layouter PT. Setia Purna Inves
Ilustrasi	:	Tim Ilustrator PT. Setia Purna Inves
Ukuran Buku	:	17,6 × 25 cm

500.7

BEL KARIM, Saeful
b Belajar IPA: membuka cakrawala alam sekitar 2 untuk kelas VIII/ SMP/MTs
Saeful Karim ... [et.al.] – Jakarta: Pusat Perbukuan,
Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
vi. 338 hlm: ilus: 25 cm
Bibliografi: hlm 338
Indeks
ISBN 979-362-976-6
1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Kaniawati, Ida III. Fauziah, Yuli Nurul
IV. Sopandi, Wahyu

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

Diperbanyak oleh ...

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (website) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/ penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (down load), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juli 2008

Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Sampai saat ini, dunia pendidikan di negara kita terus berkembang seiring perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Oleh karena itu, penyajian ilmu pengetahuan di setiap satuan pendidikan harus mampu mencakup semua perubahan yang terjadi.

Buku **Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar** ini disusun untuk menjadi pendukung pembelajaran IPA tingkat Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah. Setiap siswa diharapkan dapat memahami konsep-konsep utama dari setiap materi, serta mengetahui korelasinya dengan kehidupan sehari-hari.

Penyajian materi dalam buku ini juga dibuat secara sistematis, komunikatif, dan integratif sehingga siswa dapat memahami isi dari buku ini secara mudah dan terorganisir.

Demikianlah persembahan buku ini dari kami dan merupakan tindakan yang tepat jika kamu menggunakan buku ini sebagai teman dalam memahami IPA. Selamat belajar.

Penulis

Daftar Isi

Bab I

Sumber: *img2.timeinc.net*

Pertumbuhan dan Perkembangan

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- menganalisis pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup;
- mendeskripsikan tahapan perkembangan manusia.

Pada Kelas VII yang lalu kamu telah mempelajari dan mengenal ciri-ciri makhluk hidup. Salah satu cirinya adalah tumbuh dan berkembang. Semua makhluk hidup pasti mengalami hal tersebut.

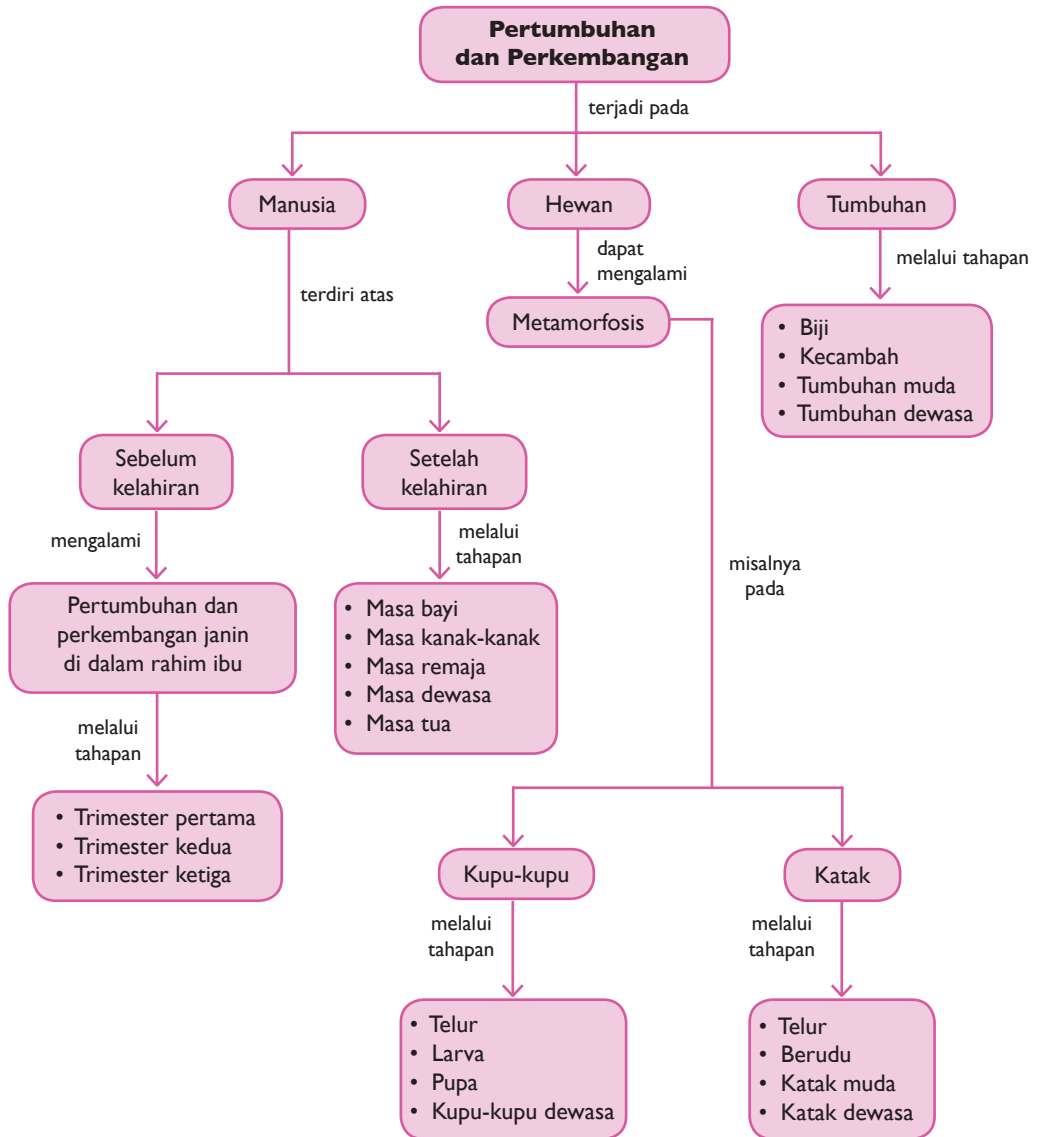
Supaya kamu lebih jelas lagi dalam memahami pertumbuhan dan perkembangan, pelajarilah uraian berikut dengan saksama.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Pertumbuhan dan Perkembangan

terjadi pada

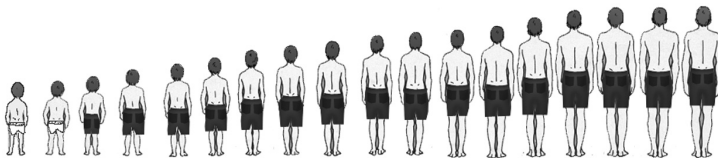
- Manusia
  - terdiri atas
    - Sebelum kelahiran
      - mengalami
        - Pertumbuhan dan perkembangan janin di dalam rahim ibu
          - melalui tahapan
            - Trimester pertama
            - Trimester kedua
            - Trimester ketiga
    - Setelah kelahiran
      - melalui tahapan
        - Masa bayi
        - Masa kanak-kanak
        - Masa remaja
        - Masa dewasa
        - Masa tua
- Hewan
  - dapat mengalami
    - Metamorfosis
      - misalnya pada
        - Kupu-kupu
          - melalui tahapan
            - Telur
            - Larva
            - Pupa
            - Kupu-kupu dewasa
        - Katak
          - melalui tahapan
            - Telur
            - Berudu
            - Katak muda
            - Katak dewasa
- Tumbuhan
  - melalui tahapan
    - Biji
    - Kecambah
    - Tumbuhan muda
    - Tumbuhan dewasa

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apa saja perbedaan tubuhmu dari bayi hingga sekarang?
2. Apa perbedaan tubuhmu dengan orangtuamu atau kakek nenekmu?
3. Menurutmu, apa yang dimaksud dengan tumbuh dan berkembang?

A. Pertumbuhan dan Perkembangan

Pernahkah kamu memperhatikan makhluk hidup yang ada di sekitar rumahmu? Mungkin kamu memiliki tanaman atau hewan peliharaan di rumah. Apakah tanaman atau hewan peliharaanmu bertambah besar? Bertambah besarnya suatu makhluk hidup merupakan suatu tanda bahwa makhluk hidup tersebut tumbuh.

Pada hewan dan tumbuhan, pertumbuhan ditandai dengan pertambahan tinggi atau besar. Jadi, dapat dikatakan bahwa pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran makhluk hidup yang sifatnya tidak dapat kembali lagi. Contoh yang lebih jelas, coba perhatikan diri kamu sejak saat kecil dulu hingga sekarang duduk di bangku sekolah. Terdapat perubahan, bukan? Tubuh kamu semakin besar dan tinggi.

Sumber: *Ensiklopedi Populer Anak 6*, 1998

Gambar 1.1

Pertumbuhan dan perkembangan pada manusia terjadi mulai dari lahir, masa kanak-kanak, masa remaja, masa dewasa, sampai masa tua.

Bagaimana makhluk hidup dapat tumbuh? Pada makhluk hidup yang hanya terdiri atas satu sel, pertumbuhan ditunjukkan oleh bertambah besarnya sel tersebut. Pada makhluk hidup yang tersusun oleh banyak sel, pertumbuhan disebabkan oleh pertambahan jumlah dan ukuran sel-sel penyusun makhluk hidup tersebut. Penambahan tinggi tumbuhan, penambahan besar diameter tumbuhan, dan penambahan tinggi suatu hewan merupakan bukti-bukti bahwa tumbuhan atau hewan tersebut tumbuh. Dapatkah kamu menunjukkan bukti-bukti lain bahwa suatu makhluk hidup tumbuh?

Apa yang diperlukan agar makhluk hidup tumbuh? Untuk pembentukan dan pembesaran sel-selnya, mahluk hidup harus mendapatkan bahan-bahan yang diperlukan. Pada hewan dan manusia, bahan-bahan tersebut diperoleh dengan cara makan. Pada tumbuhan bahan-bahan tersebut didapat melalui fotosintesis dan pengambilan unsur-unsur mineral dari tanah. Untuk membuktikan bahwa pertumbuhan makhluk hidup dipengaruhi oleh makanan, lakukanlah kegiatan berikut.

Informasi IPA

Zat gizi yang terkandung dalam makanan yang dimakan anak, berpengaruh terhadap pertumbuhan tubuh, pertumbuhan otak, dan memelihara daya tahan tubuh dari berbagai serangan penyakit.

Sumber: *www.indomedia.com*

Ayo Coba 1.1

Tujuan

Membuktikan bahwa tanaman dalam pertumbuhannya memerlukan unsur-unsur hara dari tempat hidupnya

Alat dan bahan

Penggaris/auxanometer, pot tanaman, tanah, pupuk, dua batang yang sama jenis dan tingginya

Cara kerja

1. Tanamlah suatu jenis tanaman dalam dua pot yang telah diisi tanah. Tandai masing-masing pot yang diamati dengan tanda A atau B.
2. Siramlah tanaman pada pot pertama (pot A) dengan air saja, sedangkan untuk tanaman dalam pot kedua (pot B) selain disiram air juga diberi sedikit pupuk yang dimasukkan ke dalam tanah, menurut aturan penakaran. Penyiraman dengan air dilakukan setiap hari. Adapun pemupukan dilakukan sekali saja pada saat penanaman.
3. Kemudian, amatilah setiap pot tersebut selama dua minggu.
4. Selama dua minggu, amatilah perubahan yang terjadi setiap hari. Ukurlah pertambahan tinggi tanaman pada masing-masing pot setiap hari.
5. Data yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabel seperti berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

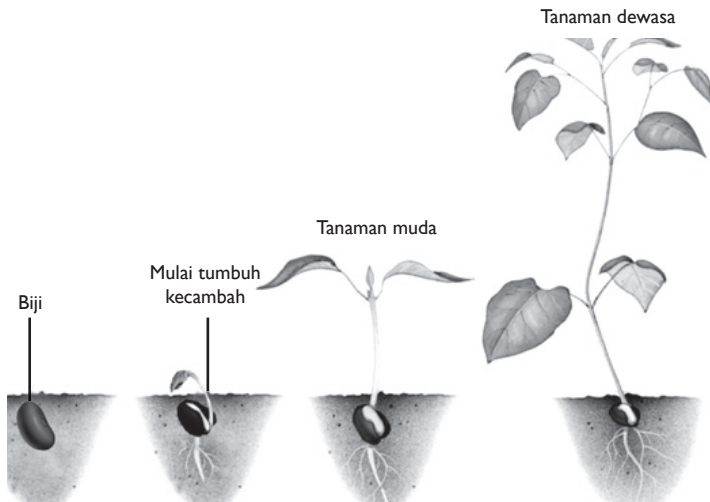
No	Tanggal	Tinggi Tanaman tanpa Pupuk	Tinggi Tanaman Diberi Pupuk
1.			
2.			
3.			

Pertanyaan

1. Tanaman di pot manakah yang pertumbuhannya lebih baik? Jelaskan.
2. Bagaimanakah peranan pupuk terhadap pertumbuhan tanaman tersebut?

3. Dapatkah kamu membuat grafik berdasarkan tabel tersebut?
4. Kesimpulan apakah yang kamu dapatkan dari kegiatan ini?

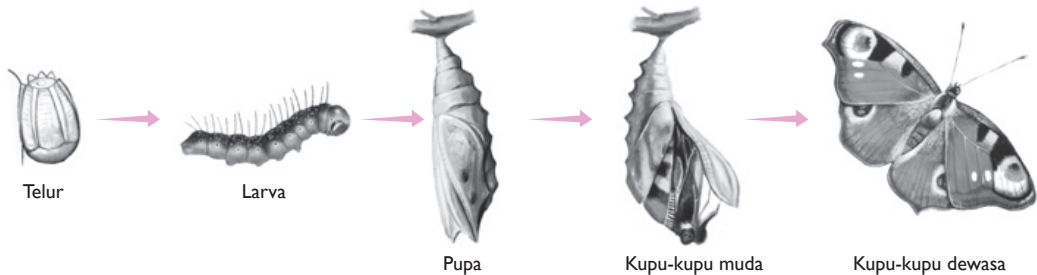
Dari percobaan tersebut, kita ketahui bahwa pupuk sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Zat-zat yang dikandung pupuk digunakan bagi pembentuk sel-sel baru dan kelancaran metabolisme tanaman. Tumbuhan memerlukan sejumlah mineral. Tanaman yang tidak diberi pupuk akan kekurangan mineral sehingga pertumbuhannya terganggu ataupun agak terhambat.

Makhluk hidup tidak hanya tumbuh, makhluk hidup juga mengalami perkembangan. Jika kamu menanam biji tanaman, biji tersebut akan menjadi kecambah. Selanjutnya bukan pertambahan ukuran kecambah saja yang terjadi, namun juga perkembangan ke arah bentuk dewasa tanaman tersebut. Misalnya, biji yang kamu tanam adalah biji kacang merah, maka setelah berkecambah, yang terjadi bukan hanya pertambahan ukuran kecambah kacang merah saja. Seiring dengan waktu, kecambah akan tumbuh membesar membentuk akar, daun, cabang, dan menghasilkan bunga. Perhatikan Gambar 1.2 berikut.

Sumber: *Plants,* 2004

Gambar 1.2

Pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi pada tanaman kacang merah. Perhatikan, tanaman tersebut mengalami perubahan yang tampak jelas.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan, perkembangan merupakan proses perubahan makhluk hidup dengan pembentukan organ-organ yang mengarah pada kedewasaan. Pada beberapa makhluk hidup, terutama makhluk hidup yang

mengalami metamorfosis (proses perubahan bentuk selama pertumbuhan mahluk hidup hingga mencapai bentuk dewasa) perkembangan yang terjadi dapat diamati dengan cukup jelas. Misalnya, pada kupu-kupu. Perhatikan Gambar 1.3 yang memperlihatkan proses perkembangan pada kupu-kupu.

Sumber: *Wild Animal*, 2004

Gambar 1.3

Perkembangan yang terlihat jelas pada kupu-kupu. Dimulai dari telur – larva – pupa – kupu-kupu muda – kupu-kupu dewasa.

Pada kupu-kupu terlihat jelas adanya tahapan-tahapan perkembangan. Kupu-kupu awalnya berasal dari telur, lalu menetas menjadi ulat (larva). Ulat berubah menjadi kepompong (pupa), kemudian berubah menjadi kupu-kupu. Setiap tahapan perkembangan dapat diamati dengan cukup jelas. Tahapan perkembangan yang cukup jelas juga dapat diamati pada perkembangan katak (Gambar 1.4).

Hal Penting
Key Point

Metamorfosis adalah serangkaian perubahan bentuk selama pertumbuhan dari bentuk muda menjadi bentuk dewasa.

Metamorphosis is a series of changes in form during development of an immature form to an adult.

Sumber: *Anak Katak, Frog*, 1991

Gambar 1.4

Pada katak ini terlihat jelas pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi.

Pada tahapan perkembangan katak, kamu tidak dapat mengatakan bahwa seekor berudu yang besar berarti sudah dewasa atau sebaliknya, katak yang kecil berarti belum dewasa. Karena, sebesar apapun berudu katak, kamu akan mengatakan bahwa dia masih lebih muda dibandingkan seekor katak yang ukurannya kecil sekalipun. Seekor berudu

yang besar tidak akan dapat bereproduksi karena organ-organ kelaminnya belum matang, sedangkan katak yang berukuran kecil mungkin dapat bisa bereproduksi sebab organ kelaminnya sudah lebih matang.

Salah satu ciri makhluk hidup yang telah mencapai tahap akhir perkembangannya adalah kematangan organ-organ reproduksi. Kematangan organ reproduksi pada hewan tidak terlalu mencolok, namun pada tumbuhan kematangan organ reproduksi dapat dengan mudah diamati. Munculnya bunga pada tumbuhan merupakan tanda yang amat jelas bahwa perkembangan tumbuhan tersebut telah matang. Dengan matangnya organ-organ reproduksi, makhluk hidup dapat bereproduksi untuk menghasilkan keturunan baru.

Mengapa makhluk hidup bereproduksi? Reproduksi merupakan salah satu usaha makhluk hidup untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Makhluk hidup yang tidak mampu bereproduksi tidak akan mempunyai keturunan sehingga jika makhluk hidup tersebut mati maka tidak akan ada lagi yang menggantikannya. Sebaliknya makhluk hidup yang mampu bereproduksi dan menghasilkan keturunan yang banyak akan lebih berpeluang untuk tetap lestari di bumi.

Tahukah kalian beberapa binatang yang telah atau hampir punah? Harimau jawa, badak jawa, gajah sumatra, orang utan, dan banteng adalah beberapa contoh binatang langka yang perlu dilindungi. Binatang-binantang tersebut memiliki masa tumbuhan dan perkembangan yang lama (beberapa tahun). Dari sejak binatang tersebut dilahirkan sampai binatang tersebut dewasa dan mampu berkembang biak memerlukan waktu yang lama. Selain itu, jumlah keturunan yang dihasilkan oleh binatang-binatang tersebut juga sedikit. Akibatnya, apabila ada jenis binatang tersebut yang mati akan sulit tergantikan sebab diperlukan waktu yang lama untuk melahirkan anak.

Cobalah kalian bandingkan dengan nyamuk. Masa pertumbuhan dan perkembangan nyamuk sangat singkat (hanya beberapa hari). Dari sejak telur hingga menjadi nyamuk dewasa yang bisa menghasilkan keturunan yang sangat banyak jumlahnya. Oleh karena itu, sekalipun hampir setiap hari banyak nyamuk yang mati terbunuh, namun nyamuk tidak punah.

Jelaslah kini bahwa pertumbuhan dan perkembangan sangat mempengaruhi kelestarian suatu makhluk hidup. Semakin pendek masa pertumbuhan dan perkembangan suatu makhluk hidup serta semakin banyak jumlah keturunan yang dihasilkannya, makhluk hidup tersebut akan semakin bisa

Pembahasan UN

Berkembang biak adalah ....
(**Ebtanas 1995**)
a. menghasilkan keturunan yang bervariasi
b. menyebarkan anak ke lingkungan sekitarnya
c. memperbanyak populasi secara cepat
d. menghasilkan keturunan yang mewarisi sifat induk

Jawaban (d)
Pembahasan: Tujuan berkembang biak adalah menghasilkan keturunan yang mewarisi sifat induk.

Sumber: *www.hrafflesia.wwf.or.id*

Gambar 1.5

Saat ini, gajah sumatra terancam punah.

mempertahankan kelangsungan keturunannya. Sebaliknya, semakin lama masa pertumbuhan dan perkembangan serta semakin sedikit jumlah keturunan yang dihasilkan suatu mahkluk hidup, maka semakin sulit makhluk hidup tersebut mempertahankan kelestariannya.

Soal Penguasaan Materi 1.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah yang dimaksud dengan pertumbuhan dan perkembangan?
2. Apa sajakah faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup? Jelaskan.

B. Tahapan Perkembangan Manusia

Pada bagian sebelumnya telah dibahas bahwa makhluk hidup tumbuh dan berkembang. Demikian juga halnya dengan manusia. Walaupun sama-sama sebagai manusia, bayi yang baru lahir tentu berbeda dengan orang dewasa.

Seiring waktu, pertumbuhannya, bukan hanya ukuran tubuh saja yang menjadi lebih besar namun hal-hal lain juga menjadi semakin matang. Tidak seperti pada makhluk hidup lainnya, pada manusia perkembangan bukan hanya menyangkut masalah kemampuan berkembang biak namun juga banyak aspek lainnya, misalnya kemampuan berpikir dan kemampuan emosional. Dapatkah kamu menemukan perubahan apa sajakah yang terjadi dari bayi hingga dewasa? Agar lebih jelas kerjakan tugas berikut.

Informasi IPA

Sperma yang keluar dari laki-laki berjumlah jutaan. Akan tetapi, sperma yang akan membuahi sel telur hanya satu.

Sumber: *Biologi for You*, 2002

Tugas 1.1

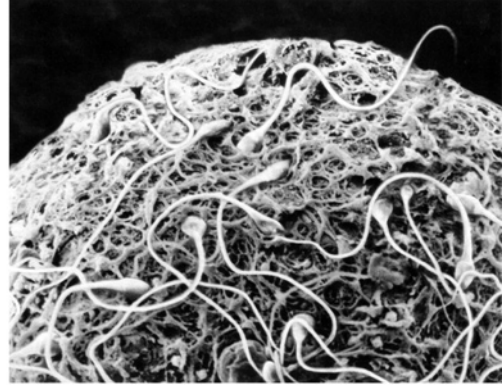
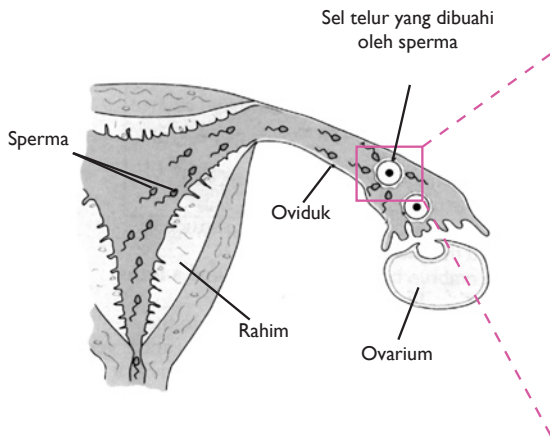
Buatlah sebuah laporan mengenai perkembangan manusia. Perkembangan yang diamati mulai dari balita, masa kanak-kanak, remaja, dewasa, dan manusia. Tuliskan aspek atau ciri yang diamati sebanyak mungkin. Data dituliskan ke dalam tabel seperti berikut.

No	Ciri yang Diamati	Balita	Kanak-kanak	Remaja	Dewasa	Manula
1.	Alat gerak	...	...	...	...	...
2.	Alat perkembangbiakan	...	...	...	...	...
3.	Kemampuan berpikir	...	...	...	...	...
4.	...	...	...	...	...	...

Perkembangan pada manusia terjadi melalui suatu proses. Proses pembentukan manusia diawali dengan proses pembuahan. Yaitu pertemuan antara sel telur yang berasal dari perempuan (ibu) dengan sel sperma yang berasal dari pria (ayah).

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 1.6

Pembuahan sperma terhadap sel telur yang terjadi di oviduk.

Inti sel sperma akan melebur dengan inti sel telur dan terbentuk sebuah sel baru yang disebut zigot. Zigot ini akan membelah diri menjadi 2 sel, 4 sel, 8 sel, 16 sel, 32 sel, dan seterusnya. Zigot yang telah membelah menjadi banyak sel tadi akan berkembang menjadi embrio, kemudian menjadi janin dalam rahim ibu. Lamanya waktu janin tumbuh dan berkambang di dalam rahim ibu, dari mulai proses pembuahan hingga kelahiran adalah kurang lebih 9 bulan.

Zigot
2 sel
4 sel
8 sel
Kumpulan sel

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 1.7

Zigot yang berkembang dengan membelah diri menjadi 2 sel, 4 sel, 8 sel, dan terbentuklan kumpulan sel. Kumpulan sel ini akan berkembang menjadi janin di dalam rahim ibu.

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 1.8

Janin yang berkembang pada tiga bulan pertama. Janin pada gambar berumur sembilan minggu. Terlihat kaki dan tangan yang telah dapat digerakkan.

Perkembangan janin selama di dalam rahim dibagi dalam tiga tahapan. Lamanya waktu pada setiap tahapan adalah tiga bulan.

1. Trimester Pertama

Tiga bulan pertama embrio berkembang menjadi janin yang panjangnya kurang lebih 5,5 cm. Janin sudah berbentuk seperti manusia walaupun ukuran kepalanya sangat besar. Di akhir tiga bulan pertama ini janin juga sudah mulai dapat menggerakkan tangan dan kakinya.

2. Trimester Kedua

Pada tiga bulan kedua, janin sudah semakin berkembang dan panjangnya sudah mencapai kurang lebih 19 cm. Tangan dan kakinya telah berkembang, muka tumbuh memanjang. Pada tiga bulan kedua ini detak jantung janin juga sudah mulai bisa dideteksi. Gerakan janin juga mulai aktif.

3. Trimester Ketiga

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 1.9

Perkembangan janin pada tiga bulan kedua. Janin yang berumur 20 minggu ini telah berkembang tangan dan kakinya. Detak jantung janin telah dapat dideteksi.

Di tiga bulan ketiga terjadi pertumbuhan ukuran janin sangat cepat. Ukuran tubuh sudah proporsional seperti bayi. Karena ukuran tubuhnya semakin besar, janin tidak terlalu leluasa bergerak di dalam rahim. Menjelang kelahiran bayi pada umumnya sudah mencapai panjang sekitar 50 cm. Berikutnya janin akan lahir ke dunia dan disebutlah dengan sebutan bayi.

Pernahkah kamu memerhatikan seorang bayi? Pada saat dilahirkan, seorang bayi sesungguhnya telah memiliki organ dan sistem organ sebagaimana orang dewasa, namun organ-organ tersebut belum matang. Misalnya, bayi mempunyai kaki namun belum bisa berjalan dan mempunyai tangan namun belum dapat memegang dengan baik.

Seiring dengan bertambahnya usia, organ-organ pada bayi juga akan berkembang. Pada usia 1 atau 2 tahun, bayi akan mulai belajar berjalan dan mengendalikan fungsi anggota tubuh lainnya seperti tangan, kepala, mulut.Organ-organ tersebut akan semakin matang pada saat usia anak-anak. Pada saat usia masuk sekolah (sekitar usia 5 tahun), perkembangan organ anak biasanya sudah cukup matang, kecuali organ reproduksi.

Organ-organ reproduksi mencapai kematangannya pada usia remaja atau masa pubertas. Masa pubertas bisanya dimulai saat berusia 8 hingga 10 tahun dan berakhir lebih kurang di usia 15 hingga 16 tahun. Pada masa inilah kamu berada sekarang.

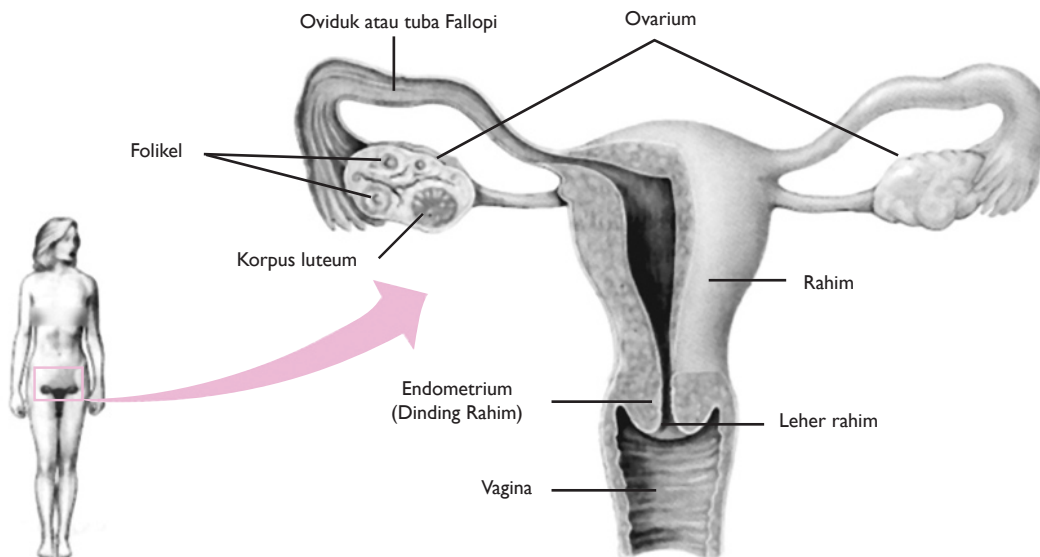
Apakah kamu pernah memerhatikan perubahan fisik yang terjadi padamu saat ini? Perubahan fisik yang terjadi merupakan tanda kematangan organ-organ reproduksi. Pada umumnya, organ reproduksi anak perempuan lebih cepat matang dibandingkan organ reproduksi anak laki-laki. Beberapa tanda matangnya organ reproduksi pada anak perempuan adalah tumbuhnya rambut di daerah kemaluan, membesarnya buah dada, dan terjadi menstruasi. Adapun pada anak laki-laki, tampak dari membesarnya jakun (sehingga suara menjadi besar), tumbuhnya rambut di wajah, otot-otot membesar, dan mimpi yang diiringi dengan keluarnya sperma (mimpi basah). Oleh karena itu, kamu tidak perlu merasa cemas, takut, atau malu jika hal-hal tersebut terjadi padamu. Sebab, semua orang akan mengalami hal-hal tersebut.

Penyebab munculnya pubertas adalah karena kerja hormon estrogen yang dihasilkan ovarium (pada perempuan) dan testosteron yang dihasilkan testis (pada anak laki-laki). Akibatnya, organ-organ reproduksi berfungsi dan tubuhmu mengalami perubahan.

Salah satu ciri pubertas pada anak perempuan adalah menstruasi. Apakah menstruasi itu? Mengapa pada perempuan terjadi menstruasi? Untuk itu cobalah kamu perhatikan gambar organ reproduksi perempuan berikut.

Sumber: *Biology: Concepts & Connections, 2006*

Gambar 1.10

Lahirnya bayi, merupakan akhir dari perkembangan janin di dalam rahim setelah tiga tahapan yang dilaluinya.

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 1.11

Organ reproduksi perempuan.

Di bagian manakah sel telur dihasilkan?

Seperti terlihat pada gambar di atas, organ reproduksi perempuan terdiri dari organ penghasil sel telur (ovarium) yang jumlahnya ada sepasang, saluran sel telur (tuba Fallopi), tempat pertumbuhan bayi (rahim), dan saluran keluarnya bayi (vagina). Pada perempuan yang telah mengalami pematangan organ reproduksi, ovarium akan secara bergantian mengeluarkan sel telur.

Hal Penting
Key Point

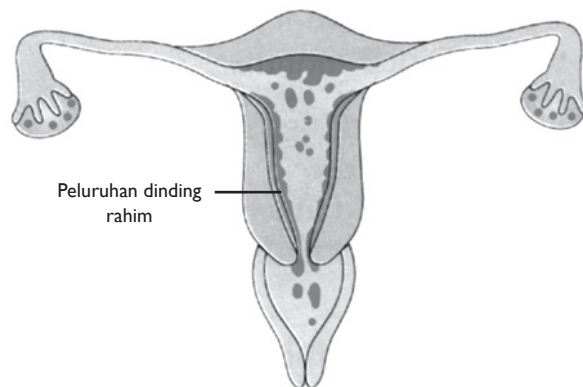
Menstruasi adalah sebuah proses dalam siklus menstruasi dimana dinding rahim meluruh bersamaan dengan darah dan sel telur yang tidak dibuahi.

Menstruation is a period in menstrual cycle in which the uterine lining breaks down and is expelled out of the body along with blood ang the unfertilized egg.

Pengeluaran sel telur pada umumnya terjadi sekitar empat minggu (28 hari) sekali. Misalnya, jika hari ini ovarium kiri yang mengeluarkan sel telur, empat minggu kemudian giliran ovarium sebelah kanan yang mengeluarkan sel telur.

Sebelum ovarium mengeluarkan sel telur, rahim yang merupakan tempat pertumbuhan bayi sesungguhnya telah bersiap-siap untuk menerima calon bayi yang akan datang. Persiapan yang dilakukan rahim berupa adanya penebalan dinding rahim. Jika ada calon bayi yang datang calon bayi tersebut terjamin makanan dan kebutuhan lainnya.

Pada dinding rahim tersebut, akan banyak pembuluh darah yang dipersiapkan untuk mengangkut bahan-bahan keperluan calon bayi, seperti bahan-bahan makanan untuk bayi. Jika tidak terjadi pembuahan, maka tidak akan terbentuk embrio dan pengeluaran hormon untuk mempertahankan ketebalan dinding rahim.

Oleh sebab itu, jika tidak terjadi pembuahan, sel-sel dinding rahim akan menciut, lalu mati dan akhirnya meluruh (Perhatikan Gambar 1.12). Peluruhan dinding rahim ini akan keluar bersama darah, lendir, dan cairan yang berasal dari dinding rahim tersebut. Proses ini dikenal dengan menstruasi. Pendarahan menstruasi berlangsung 1 sampai 8 hari. Jika kamu seorang perempuan, janganlah panik jika mengalami menstruasi. Bahkan harus bersyukur karena dengan menstruasi berarti tubuhmu sehat dan organ reproduksimu berfungsi normal.

Gambar 1.12

Dinding rahim akan luruh jika tidak terjadi pembuahan pada sel telur. Peristiwa ini dinamakan menstruasi.

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Tahukah kamu mengapa menstruasi terjadi kurang lebih sebulan sekali? Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, setiap satu bulan sekali, salah satu ovarium mengeluarkan sel telur. Rahim juga mengalami penebalan dinding setiap bulannya. Artinya, setiap bulan akan terjadi menstruasi.

Apakah menurutmu perempuan yang hamil mengalami menstruasi? Tentu tidak. Jika terjadi pembuahan, artinya terjadi kehamilan, maka tidak akan terjadi menstruasi. Sebab rahim akan berfungsi menjaga calon bayi dan tidak akan mengalami peluruhan dinding rahim.

Setelah melewati masa remaja, kamu akan memasuki masa dewasa sebagai tahapan selanjutnya dari perkembangan manusia. Pada masa ini pertumbuhan tubuhmu mencapai ukuran maksimal. Tinggi badanmu akan terhenti pada usia sekitar dua puluh tahunan. Selama masa dewasa, pemahaman emosional akan terus berkembang, berpotensi untuk terus belajar, mengembangkan diri dalam hal keterampilan, dan aktualisasi diri, bekerja, membina hubungan sosial, dan terus berprestasi.

Sumber: *www.vhrmedia.com*

Gambar 1.13

Pada masa tua wajah tampak berkeriput dan kondisi kesehatan menurun.

Segala potensi pada masa dewasa akan mengalami kemunduran ketika memasuki masa tua. Ini terjadi pada usia sekitar 60 – 65 tahun. Apakah kamu memiliki kakek atau nenek? Perhatikanlah perubahan fisik yang terjadi pada mereka?

Tubuh semakin renta, wajah dan tangan mulai keriput, kesehatan menurun, kecerdasan menurun, bahkan pada usia lanjut orang mudah lupa dan membutuhkan banyak istirahat, sehingga lebih banyak menghabiskan waktunya untuk beristirahat. Pada masa ini aktivitasnya menurun dan mulai sulit melakukan kegiatan sehari-hari, seperti berjalan dan lain-lain.

Soal Penguasaan Materi 1.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan olehmu tiga tahapan perkembangan janin di dalam rahim ibu.
2. Apakah ciri fisik kedewasaan pada laki-laki dan perempuan? Jelaskan.

Rangkuman

- Adanya penambahan jumlah dan ukuran sel-sel penyusun makhluk hidup, makhluk hidup akan bertambah besar ukurannya. Bertambahnya ukuran makhluk hidup yang sifatnya tidak dapat kembali lagi disebut pertumbuhan.
- Selama pertumbuhan makhluk hidup juga mengalami pematangan organ-organ reproduksi sehingga siap untuk berkembang biak. Proses pematangan organ-organ reproduksi ini dikenal dengan istilah perkembangan. Pertumbuhan dan perkembangan dapat jelas diamati pada makhluk hidup yang mengalami metamorfosis dalam tahapan hidupnya.
- Pada manusia pematangan organ reproduksi pada umumnya terjadi pada usia remaja. Tanda pematangan organ reproduksi pada anak laki-laki bisa diamati dari perubahan suara dan tumbuhnya rambut di beberapa bagian tubuh. Pada anak perempuan tanda pematangan organ reproduksi adalah pembesaran buah dada dan menstruasi.

Refleksi

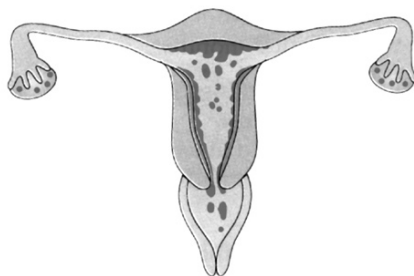
Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Pertumbuhan dan Perkembangan. Setelah mempelajari bab ini, kamu akan mendapatkan informasi tentang Pertumbuhan dan Perkembangan pada makhluk hidup. Selain itu, kamu juga akan mendapatkan banyak manfaatnya. Salah satu contohnya adalah kamu dapat mengetahui hal atau faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada suatu makhluk, seperti lingkungan dan makanan.

Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian mana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab I

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Contoh hewan yang taraf perkembangannya mudah untuk diamati adalah ....
   a. kera
   b. katak
   c. kucing
   d. ikan
2. Dari pernyataan berikut ini, yang sesuai dengan ciri-ciri pertumbuhan sekunder adalah ....
   a. terbentuknya organ-organ baru
   b. bertambahnya ukuran tubuh
   c. sifatnya dapat kembali lagi
   d. mengarah pada kedewasaan
3. Manusia mendapatkan bahan-bahan untuk pertumbuhannya dari makananan sedangkan tumbuhan mendapatkannya dengan cara ....
   a. fotosintesis
   b. respirasi
   c. berbunga
   d. berkecambah
4. Jika tumbuhan telah berbunga maka tumbuhan tersebut telah mencapai taraf akhir ....
   a. perkembangan
   b. perkecambahan
   c. pertumbuhan
   d. pertahanan diri
5. Berikut ini yang *bukan* merupakan kedewasaan pada manusia adalah ....
   a. bertambahnya tinggi badan
   b. pengendalian emosi
   c. kemampuan bereproduksi
   d. keterampilan berbicara
6. Ciri khas berikut dimiliki oleh anak laki-laki yang telah dewasa, yaitu ....
   a. pinggul membesar
   b. membesarnya jakun
   c. tumbuh rambut pada alat kelamin
   d. menstruasi
7. Organ yang belum berfungsi normal pada anak yang belum dewasa adalah ....
   a. organ pernapasan
   b. organ gerak
   c. organ reproduksi
   d. organ saraf
8. Bentuk sel baru hasil dari pembuahan dinamakan ....
   a. zigot
   b. bayi
   c. janin
   d. embrio
9. Untuk menjaga kelestariannya, makhluk hidup akan melakukan ....
   a. bekerja sama dengan makhluk hidup lain
   b. berkembang biak
   c. saling memangsa
   d. bergantung diri pada makhluk hidup lain
10. Perhatikan gambar berikut.

    Pada gambar, hal tersebut terjadi pada perempuan. Salah satu faktor penyebabnya adalah ....
    a. sel telur yang tidak dibuahi
    b. anak perempuan belum dewasa
    c. organ reproduksi belum matang
    d. kegagalan produksi sel telur

11. Berikut faktor yang *tidak* mempengaruhi pertumbuhan adalah ....
    a. keturunan
    b. makanan
    c. hormon
    d. kebiasan tidur
12. Pernyataan yang benar tentang perkembangan adalah ....
    a. perkembangan merupakan proses pertumbuhan
    b. perkembangan merupakan proses menuju pertumbuhan
    c. perkembangan merupakan proses akhir menuju tingkat kedewasaan
    d. perkembangan merupakan proses menuju tingkat kedewasaan
13. Pertumbuhan tumbuhan dapat diukur dan dinyatakan secara kuantitatif dalam bentuk kurva menggunakan ....
    a. busur pertumbuhan dan multimeter
    b. segitiga pertumbuhan atau auksanometer
    c. grafik pertumbuhan
    d. busur pertumbuhan atau auksanometer
14. Perubahan berudu hingga menjadi katak dewasa disebut ....
    a. metamorfosis
    b. pertumbuhan
    c. perkembangbiakan
    d. perkembangan
15. Masa dimana kinerja tubuh mengalami penurunan terjadi pada masa ....
    a. bayi
    b. kanak-kanak
    c. dewasa
    d. tua

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Suatu makhluk hidup khususnya pada manusia untuk tumbuh harus makan, mengapa? Jelaskan.
2. Berikan contoh suatu makhluk hidup mengalami pertumbuhan dan perkembangan.
3. Apakah antara manusia dan tumbuhan dalam memperoleh makanannya untuk pertumbuhan sama ataukah berbeda? Jelaskan.
4. Pada manusia baik laki-laki dan perempuan saat mengalami pertumbuhan dan perkembangan menuju kedewasaan berbeda. Jelaskan perbedaannya tersebut jika dilihat dari ciri-ciri serta aspek lainnya.
5. Gambarlah organ reproduksi perempuan beserta bagian dan fungsinya.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Seorang perempuan pada umumnya mengalami menstruasi setiap bulan. Apakah perempuan yang hamil juga mengalami menstruasi?
2. Di toko pertanian dijual hormon pertumbuhan. Untuk apakah hormon pertumbuhan?

Bab 2

Sumber: *www.marfansyndrome.info*

Sistem Gerak pada Manusia

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan sistem gerak pada manusia serta hubungannya dengan kesehatan.

Di Kelas VII lalu, kamu telah belajar bahwa salah satu ciri makhluk hidup adalah bergerak. Bergerak tidak harus berarti bahwa makhluk hidup tersebut berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lain. Bergerak mencakup semua perubahan kedudukan tubuh atau bagian-bagian tubuh.

Semua manusia pada dasarnya hampir selalu bergerak. Masih ingatkah kamu dengan permainan yang sering dilakukan oleh anak-anak SD yang mengharuskan seseorang untuk diam tidak bergerak? Ternyata, sulit sekali untuk diam tidak bergerak, bukan? Jika kamu ingin mencoba, cobalah kamu berlomba dengan temanmu untuk menentukan siapa yang dapat bertahan paling lama dalam suatu posisi tertentu. Berapa lama kamu dapat diam dalam suatu posisi tersebut?

Mengapa kamu tidak dapat bertahan diam terus-menerus? Jika terlalu lama diam, kamu dapat merasakan otot-ototmu pegal. Mengapa kamu merasa pegal-pegal jika diam? Untuk apa bergerak? Apakah yang menyebabkan manusia dapat bergerak? Marilah kita kaji pertanyaan-pertanyaan tersebut pada bagian berikut.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Sistem Gerak pada Manusia

terdiri atas

- Tulang penyusun rangka tubuh
  - terdiri atas
    - Tulang tengkorak
    - Tulang anggota badan
      - terdiri atas
        - Tulang belakang
        - Tulang dada
        - Tulang rusuk
    - Tulang anggota gerak
- Persendian
  - terdiri atas
    - Sendi mati
    - Sendi gerak
    - Sendi kaku
- Otot
  - terdiri atas
    - Otot lurik
    - Otot polos
    - Otot jantung
- Gangguan pada sistem gerak
  - contohnya
    - Rickets
    - Osteoporosis
    - Fraktura
    - Arthritis
    - Lepas sendi
    - Kebiasaan posisi duduk
      - yaitu
        - Skoliosis
        - Kifosis
        - Lordosis

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Jaringan apakah yang diperlukan untuk bergerak?
2. Jika kamu memakan daging ayam, sebenarnya jaringan apa yang kamu makan tersebut?
3. Apa fungsi sendi tulang?

A. Sistem Gerak

Pernahkah kamu menyadari, bagaimana tubuh kita dapat memiliki bentuk seperti ini? Tubuhmu dapat memiliki bentuk karena memiliki sistem gerak. Sistem gerak tersebut terdiri atas tulang, sendi, dan otot. Ketiganya bekerja sama membentuk sistem gerak. Sistem gerak inilah yang memberi bentuk tubuh, sebagai alat gerak, jalan, dan berlari serta melakukan berbagai aktivitas lainnya.

Sumber: *Bergulir dan Mengalir*, 2004

Gambar 2.1

Fungsi tulang sangat penting bagi seorang atlet lari. Tulanglah yang mampu menyangga tubuh sang atlet sehingga dapat berlari.

Tulang, otot, dan sendi, ketiganya bersatu membentuk satu kesatuan dan memiliki fungsi yang berbeda-beda. Tulang merupakan alat gerak pasif. Tulang tidak dapat digerakan jika tidak terdapat otot. Otot dikatakan sebagai alat gerak aktif. Otot inilah yang menggerakan rangka. Dalam kehidupan sehari-hari, otot inilah yang disebut dengan daging. Adapun sendi merupakan penghubung antartulang dalam tubuh.

Soal Penguasaan Materi 2.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

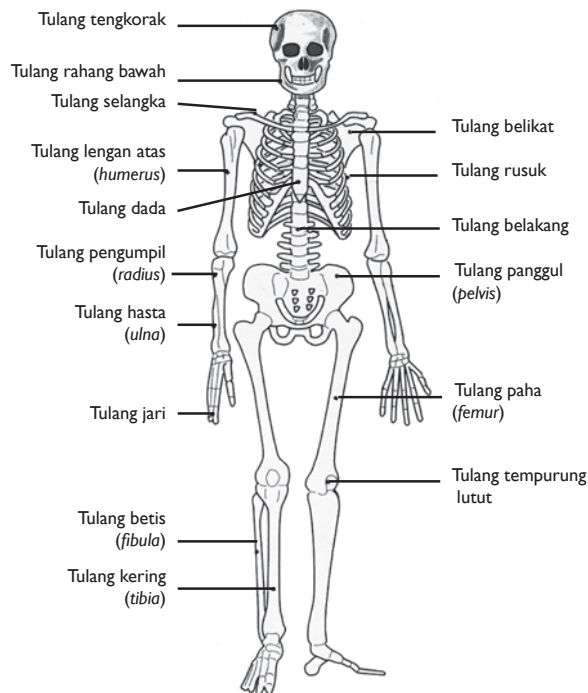
1. Terdiri atas apakah sistem gerak pada manusia?
2. Tuliskan fungsi sistem gerak bagi manusia.

B. Tulang Penyusun Rangka Tubuh

Hal Penting
Key Point

Tulang adalah materi keras dan kaku yang membentuk rangka dalam pada banyak hewan vertebrata

Bone is a hard inflexible material that makes up the endoskeleton of most vertebrates

Pernahkah kamu perhatikan bentuk tulang penyusun tubuh kita? Coba kamu lihat pada torso atau model rangka manusia? Banyak sekali, bukan tulang penyusun tubuh kita? Tulang-tulang tersebutlah yang menyusun bentuk tubuh kita, atau disebut juga rangka tubuh. Perhatikan Gambar 2.2 berikut.

Sumber: *Biology for You*, 2002

Gambar 2.2

Tubuh kita terdiri atas banyak jenis tulang.

Apakah fungsi tulang bagi manusia?

Apakah fungsi rangka tubuh bagi manusia? Rangka tubuh bagi manusia memiliki fungsi sebagai berikut.

1. Memberi bentuk, contohnya tulang tengkorak yang memberi bentuk pada wajah.
2. Sebagai penopang tubuh, contohnya tulang kaki yang menopang seluruh tubuh.

3. Melindungi organ-organ dalam, contohnya tulang-tulang rusuk yang melindungi jantung dan paru-paru.
4. Alat gerak pasif.
5. Tempat melekatnya otot, misalnya pada tulang kering (*tibia*) menempel otot.

Secara garis besar, tulang penyusun rangka tubuh terbagi menjadi tiga bagian, yaitu tulang tengkorak, tulang anggota badan, dan tulang anggota gerak.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy, 1996*

Gambar 2.3

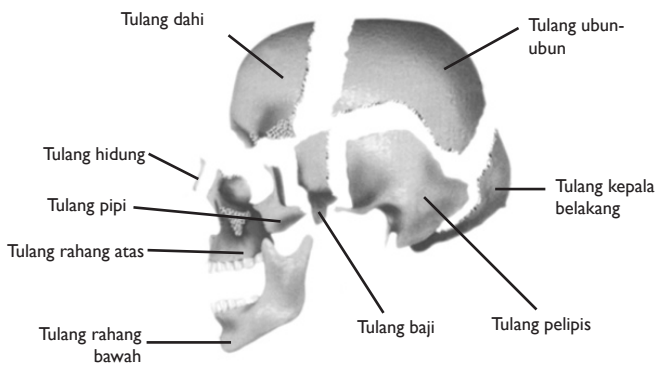
Salah satu fungsi rangka bagi manusia, yaitu tempat melekatnya otot tulang betis pada tulang kering.

1. Tulang Tengkorak

Tulang tengkorak merupakan tulang pembentuk kepala. Tulang-tulang tengkorak sebagian besar disusun tulang yang berbentuk pipih. Tulang-tulang tersebut saling berhubungan membentuk tengkorak. Di dalam tengkorak ini terdapat mata, otak, dan organ lainnya yang terlindung oleh tulang-tulang tengkorak tersebut. Tulang tengkorak tersusun atas tulang pipi, tulang rahang, tulang mata, tulang hidung, tulang dahi, tulang ubun-ubun, tulang pelipis, dan tulang baji. Agar lebih jelas, perhatikan gambar berikut.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy,* 1996

Gambar 2.4

Tulang-tulang penyusun tengkorak kepala.

2. Tulang Anggota Badan

Tulang anggota badan tersusun oleh tulang belakang, tulang dada, tulang rusuk, dan gelang panggul. Masing-masing tulang tersebut membentuk kesatuan. Tulang anggota badan berfungsi melindungi organ-organ dalam yang lunak, seperti jantung, paru-paru, ginjal, dan organ lainnya.

a. Tulang Belakang

Tulang belakang tersusun atas ruas-ruas tulang yang fleksibel, tetapi kuat. Tulang belakang terdiri atas 33 ruas, yaitu 7 ruas tulang leher, 12 ruas tulang punggung, 5 ruas tulang pinggang, 5 ruas tulang kelangkang (sakrum), dan 4 ruas tulang ekor.

Sumber: *Biology for You,* 2002

Gambar 2.5

Gambar rangka manusia yang menyusun tulang belakang.

b. Tulang Dada

Tulang dada terletak dekat tulang rusuk atau lebih tepatnya di tengah-tengah dada. Tulang dada terdiri atas bagian hulu, badan, dan taju pedang.

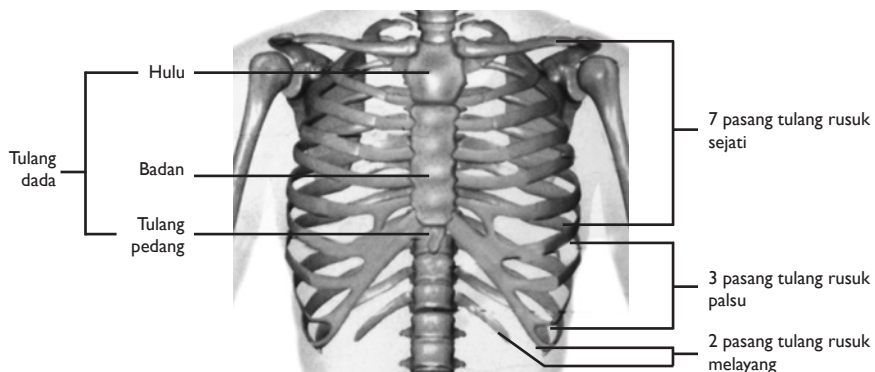
c. Tulang Rusuk

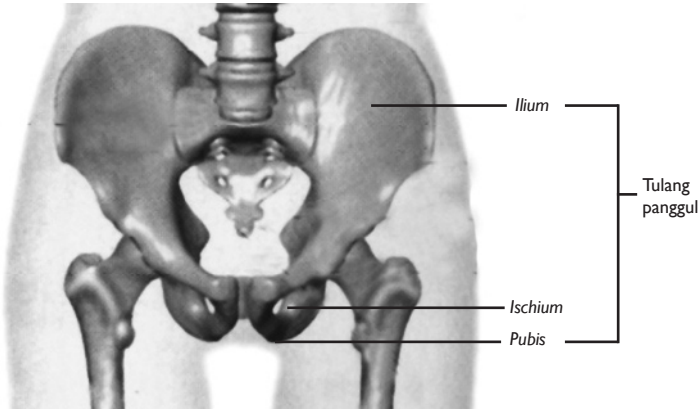
Tulang rusuk pada manusia terdiri atas 24 buah atau 12 pasang. Tulang rusuk manusia memiliki fungsi sebagai pelindung organ-organ dalam, seperti jantung dan paru-paru. Tulang rusuk manusia, terdiri atas 7 pasang tulang rusuk sejati, 3 pasang tulang rusuk palsu, dan 2 pasang tulang rusuk melayang.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy,* 1996

Gambar 2.6

Bagian-bagian dari tulang dada. dan penyusun tulang rusuk pada manusia terdiri atas 12 pasang

Terdiri atas apakah tulang rusuk manusia?

d. Tulang Panggul

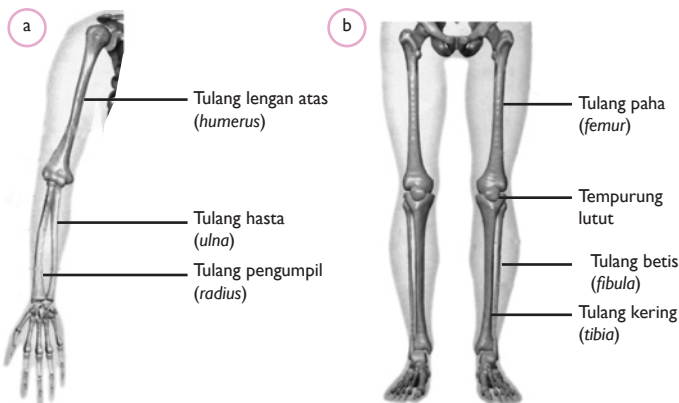
Gelang panggul atau tulang panggul terletak di ujung bawah tulang belakang. Gelang panggul terdiri atas 2 tulang usus (*ilium*), 2 tulang kemaluan (*ischium*), dan 2 tulang duduk (*pubis*).

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 2.7

Tulang panggul tersusun dari *ilium*, *ischium*, dan *pubis*.

3. Tulang Anggota Gerak

Tulang anggota gerak pada manusia terdiri atas tulang anggota gerak bagian atas (tangan) dan tulang anggota gerak bagian bawah (kaki). Masing-masing tulang tersebut tersusun oleh beberapa tulang. Apakah kamu tahu penyusun tulang anggota gerak bagian atas dan bagian bawah?

Tulang anggota gerak bagian atas atau tangan terbentuk dari tulang lengan atas (*humerus*), tulang pengumpil (*radius*), dan tulang hasta (*ulna*). Adapun tulang penyusun anggota gerak bagian bawah adalah tulang paha (*femur*), tulang betis (*fibula*), dan tulang kering (*tibia*). Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 2.8

(a) Tulang penyusun anggota gerak bagian atas dan
(b) tulang penyusun anggota gerak bagian bawah.

Tugas 2.1

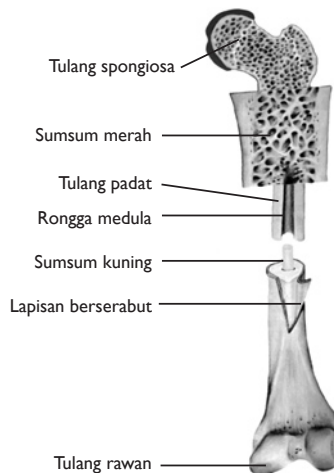
Tulang leher manusia berjumlah 7 ruas. Pada hewan, panjang leher sangat bervariasi. Ada yang pendek, misalnya kadal, namun ada juga yang panjang, misalnya jerapah. Carilah informasi tentang jumlah tulang penyusun leher pada binatang. Apakah panjang leher ada hubungannya dengan jumlah tulang leher?

Soal Penguasaan Materi 2.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan tulang penyusun rangka tubuh pada manusia.
2. Terdiri atas apakah tulang-tulang penyusun anggota gerak?

C. Macam-Macam Tulang

Pernahkah kamu memperhatikan struktur sebuah tulang? Coba kamu perhatikan tulang ayam. Jika kamu amati dengan teliti, tulang tidaklah padat benar. Di bagian tengah tulang ada rongga yang berisi sumsum. Pada tulang yang ukurannya besar, misalnya tulang kaki sapi atau tulang kaki kambing, kamu dapat mengamati hal ini dengan sangat jelas. Supaya kamu lebih jelas, perhatikanlah gambar struktur tulang manusia berikut.

Gambar 2.9

Struktur tulang pada manusia

Sumber: *Biologi Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995*

Apakah tulang pada tubuh kita ini tumbuh atau hidup? Tentu saja tulang-tulang yang ada pada tubuh kita tersebut tumbuh. Buktinya, dulu saat kamu kecil, tulang-tulangmu berukuran kecil. Namun, sekarang setelah usiamu mencapai

remaja, tulang-tulangmu bertambah panjang dan besar. Selain itu, dirimu pun bertambah besar.

Bagaimanakah tulang tumbuh? Tulang dapat tumbuh dan memanjang, karena di bagian ujung-ujung tulang terjadi pembentukan sel-sel tulang baru. Pada saat yang bersamaan tulang juga tumbuh melebar dan menebal. Dengan demikian tulang tumbuh memanjang dan melebar secara bersamaan. Pada saat terjadi proses pertumbuhan tulang, di bagian tengah tulang terjadi penghancuran sel-sel tulang sehingga terbentuklah rongga yang selanjutnya diisi dengan sumsum tulang atau disebut juga sumsum kuning.

Tulang pada manusia dibedakan berdasarkan jenis dan bentuknya. Berikut uraiannya agar kamu lebih jelas.

Hal Penting
Key Point

Tulang rawan adalah jaringan ikat khusus yang kuat, tetapi fleksibel dan membentuk beberapa bagian rangka pada semua vertebrata.

Cartilage is a specialized connective tissue that is strong but flexible and composes some part of the endoskeleton in all vertebrates.

1. Jenis-Jenis Tulang

Secara umum tulang dibedakan menjadi tulang keras dan tulang rawan atau disebut juga kartilago. Dapatkah kamu memberikan contoh tulang keras dan tulang rawan? Kedua jenis tulang itu berbeda dalam hal bahan penyusunnya.

Tulang keras tersusun atas campuran antara kalsium dan kolagen, sedangkan tulang rawan tersusun dari sel-sel tulang rawan yang sifatnya kenyal dan lentur. Contoh tulang keras, yaitu tulang tengkorak, tulang tangan, dan tulang kaki. Contoh tulang rawan adalah tulang hidung dan tulang telinga. Cobalah kamu renungkan apa yang terjadi seandainya kakimu tersusun dari tulang rawan sedangkan telingamu tersusun dari tulang keras.

Pembahasan UN

Yang termasuk contoh tulang pipa adalah tulang ....
(**UAN 2003**)
a. belikat dan lengan
b. tengkorak dan pengumpil
c. dada dan rusuk
d. betis dan hasta

Jawaban (d)
Pembahasan: Tulang tengkorak, dada, rusuk, dan belikat merupakan tulang pipih. Tulang betis dan hasta merupakan tulang pipa.

2. Bentuk Tulang

Tulang-tulang yang menyusun tubuh kita sangat banyak jumlahnya. Berdasarkan bentuknya, tulang penyusun tubuh kita dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang tidak beraturan.

a. Tulang Pipa

Tulang ini memiliki bentuk sesuai namanya, berbentuk pipa. Tulang ini memiliki bentuk memanjang dan tengahnya berlubang. Contohnya adalah tulang paha, tulang betis, dan tulang lengan.

b. Tulang Pendek

Tulang pendek memiliki bentuk sesuai dengan namanya berbentuk pendek. Tulang ini bersifat ringan dan kuat. Meskipun tulang ini pendek, tulang ini mampu

menahan beban yang cukup berat. Contohnya adalah tulang pergelangan tangan, telapak tangan, dan telapak kaki.

c. Tulang Pipih

Tulang ini memiliki bentuk pipih seperti pelat. Contoh dari tulang pipih adalah tulang penyusun tengkorak, tulang rusuk, dan tulang dada.

d. Tulang tidak Beraturan

Tulang jenis ini merupakan gabungan dari berbagai bentuk tulang. Contohnya adalah tulang wajah dan tulang yang terdapat pada ruas-ruas tulang belakang.

Dapatkah kamu menunjukkan mana tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang tidak beraturan pada tubuh kita? Apabila di sekolahmu terdapat model rangka manusia, kamu dapat mencoba menemukan bentuk-bentuk tulang tersebut.

Soal Penguasaan Materi 2.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan jenis-jenis tulang pada manusia.
2. Berdasarkan bentuknya, tulang manusia terdiri atas apa sajakah?

Hal Penting
Key Point

Ligamen adalah jaringan ikat yang kuat, menghubungkan tulang-tulang pada sendi.

Ligament is a tough, fibrous connective tissue joining bones at a joint.

D. Persendian

Kamu tentu tahu bahwa tulang-tulang tubuh saling berhubungan satu sama lain. Hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain disebut persendian. Pada ujung-ujung tulang terdapat tulang rawan yang merupakan bantalan sehingga tulang tidak langsung bertemu dengan tulang lain. Tulang-tulang pada persendian diikat oleh suatu bahan yang kuat dan lentur yang disebut ligamen.

Cobalah kamu amati sambungan pada tulang kaki ayam. Kamu akan sulit memisahkan antara tulang satu dengan tulang lainnya karena ada semacam "daging" berwarna putih kekuningan yang sangat liat. Bagian yang liat dan lentur itulah ligamen. Persendian diikat pula oleh otot-otot yang sangat kuat. Keadaan inilah yang membuat sendi memungkinkan adanya pergerakan, namun tulang-tulangnya tidak lepas satu sama lain. Ruang yang terbentuk antara kedua tulang itu terisi oleh minyak sendi yang dihasilkan oleh membran sendi.

Agar kamu lebih memahami mengenai sendi, lakukan kegiatan berikut.

Ayo Coba 2.1

Tujuan
Mengetahui fungsi dan letak sendi
Alat dan bahan
Pisau, panci, kompor, 1 potong kaki ayam lengkap
Cara kerja
1. Siapkan satu ekor ayam. Kemudian rebuslah ayam tersebut sampai lunak. Setelah lunak, dinginkan sebentar.
2. Setelah itu, ambilah daging dengan tulangnya pada bagian kaki.
3. Kemudian, lepaskan daging dari tulangnya dengan menggunakan pisau, jangan sampai merusak tulang kaki ayam tersebut.
4. Amatilah persendian yang terdapat pada tulang kaki ayam tersebut.

Pertanyaan
1. Seperti apakah ujung-ujung tulang yang saling berdekatan?
2. Adakah daging yang melekat dekat ujung tulang dan sulit untuk dilepaskan dari tulang? Bagian apakah daging yang melekat tersebut?
3. Kesimpulan apakah yang kamu dapatkan dari kegiatan tersebut?

Persendian memegang peran penting dalam pergerakan tubuh. Dengan adanya sendi, kaki dan tanganmu dapat dilipat, diputar, dan sebagainya. Tanpa sendi kamu akan sulit bergerak bahkan tidak dapat bergerak sama sekali. Memang ada persendian yang sangat kaku sehingga tidak memungkinkan adanya gerakan. Namun, banyak persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan.

Berdasarkan sifat gerak inilah, sendi dibedakan menjadi sendi mati (*sinartrosis*), sendi gerak (*diartorsis*), dan sendi kaku (*amfiartrosis*). Sendi mati adalah hubungan antartulang yang tidak dapat digerakkan, contohnya pada tulang tengkorak. Sendi gerak adalah hubungan antartulang yang memungkinkan terjadi gerakan tulang secara bebas. Adapun sendi kaku adalah hubungan antar tulang yang memungkinkan terjadinya gerakan tulang secara terbatas, contohnya adalah tulang pergelangan tangan.

Ilmuwan IPA

Giorgia Baglivi
(1668–1707)

Dia adalah seorang ahli anatomi. Giorgia adalah orang pertama yang mengetahui bahwa otot-otot yang menarik tulang berbeda dengan otot-otot yang bekerja pada saluran pencernaan dan alat-alat dalam yang lain.

Sumber: *en.wikipedia.org*

Berdasarkan bentuknya, persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan dibagi menjadi lima bentuk, yaitu sendi peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi geser, dan sendi pelana.

1. Sendi peluru, memungkinkan gerakan yang bebas hampir ke segala arah, misalnya sendi antara lengan atas dan bahu.

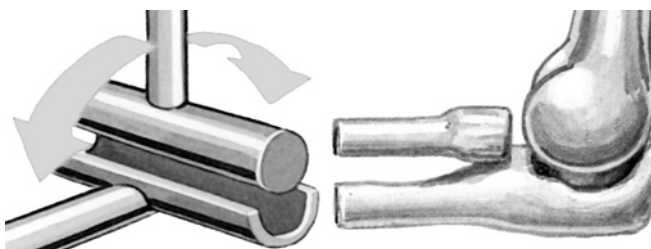
Gambar 2.10

Contoh sendi peluru yang terdapat pada tulang bahu.

Sumber: *Young Scientist: The Human Machine 8*, 1994

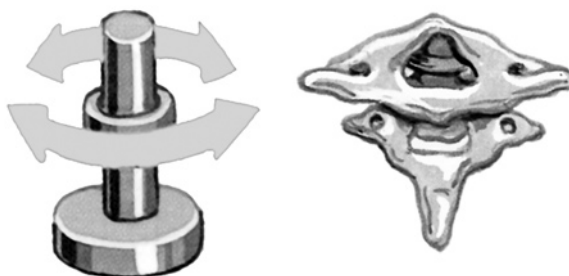
2. Sendi engsel, memungkinkan gerakan satu bidang seperti pada engsel pintu atau jendela, misalnya sendi pada siku dan lutut.

Gambar 2.11

Sendi engsel terdapat pada siku tangan.

Sumber: *Young Scientist: The Human Machine 8*, 1994

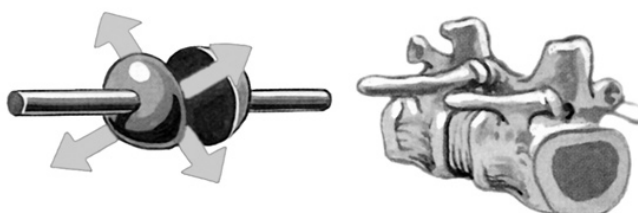
3. Sendi putar, memungkinkan gerakan memutar, misalnya sendi pada tulang leher.

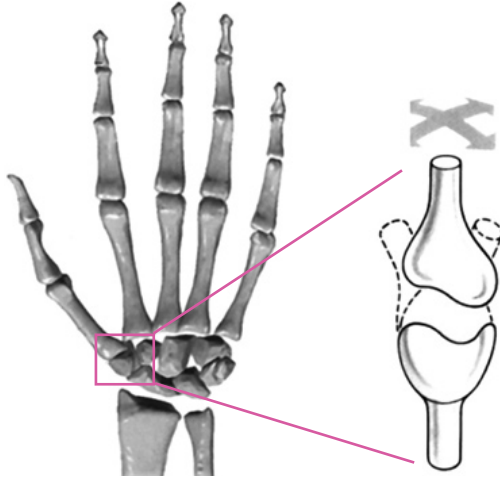
Gambar 2.12

Sendi putar yang memungkinkan gerakan memutar, misalnya seperti pada tulang leher.

Sumber: *Young Scientist: The Human Machine 8*, 1994

4. Sendi geser, memungkinkan pergeseran antar tulang, misalnya sendi yang terdapat pada tulang belakang.

Gambar 2.13

Sendi geser terdapat pada sumbu tulang belakang kita.

Sumber: *Young Scientist: The Human Machine 8*, 1994

5. Sendi pelana, memungkinkan gerakan memutar dan melengkung, misalnya sendi pada ibu jari.

Sumber: *Young Scientist:The Human Machine 8*, 1994

Gambar 2.14

Sendi pelana yang memungkinkan gerakan memutar seperti pada tulang ibu jari.

Tugas 2.2

Kamu telah mempelajari persendian yang ada di tubuhmu. Bersama dengan teman sekelompokmu, carilah contoh lain dari lima bentuk sendi yang telah dipelajari tersebut.

Soal Penguasaan Materi 2.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

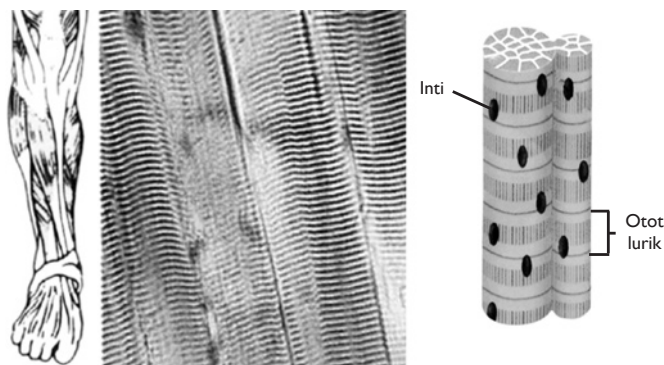
1. Apakah fungsi dari persendian?
2. Berdasarkan sifat geraknya, sendi dibedakan menjadi beberapa macam, tuliskan olehmu.
3. Berdasarkan bentuk persendian, sendi dibedakan menjadi beberapa macam? Tuliskan.

E. Otot

Tulang merupakan bagian penting untuk pergerakan, namun tulang tidak dapat bergerak sendiri. Oleh karenanya tulang disebut alat gerak pasif. Bagian tubuh yang dapat melakukan pergerakan adalah otot. Hal ini karena otot mampu memendek dan memanjang sehingga memungkinkan terjadinya gerakan. Cobalah kamu perhatikan otot yang ada di lengan atasmu. Dapatkah kamu menemukan perbedaan pada saat lengan diluruskan dan lengan dilipat? Kamu dapat melipat lengan bawah karena otot biseps memendek. Jika

otot biseps tidak bisa memendek maka tidak mungkin kamu dapat melipat lengan bawahmu. Secara garis besar otot dapat dibedakan menjadi otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

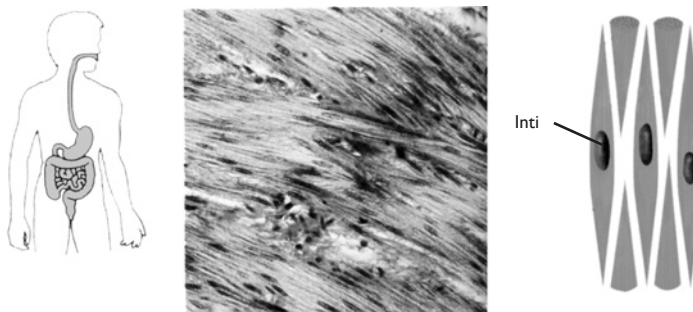
1. Otot Lurik

Otot ini jika dilihat menggunakan mikroskop akan tampak bagian gelap dan terang (lurik). Otot lurik merupakan otot yang berfungsi dalam melakukan gerakan. Otot ini menunjang pergerakan, bekerja sama dengan tulang untuk pergerakan. Memendeknya (kontraksi) otot lurik dapat dikendalikan sesuai dengan kemauan manusia.

Gambar 2.15

Otot lurik terdapat pada tulang yang digunakan pada pergerakan, seperti pada otot betis pada tulang kaki.

Sumber: *Essentials of Biology, 1990;The Visual Dictionary of Human Anatmoy,* 1996

2. Otot Polos

Otot ini jika dilihat menggunakan mikroskop tampak polos. Tidak ada bagian yang gelap dan terang seperti halnya pada otot lurik. Otot polos merupakan penyusun organ-organ tubuh bagian dalam, misalnya saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Kontraksi otot polos tidak dapat dikendalikan secara sadar sehingga kamu tidak dapat menentukan kapan usus harus berkontraksi dan kapan harus berhenti. Otot polos bekerja di luar kesadaran manusia.

Gambar 2.16

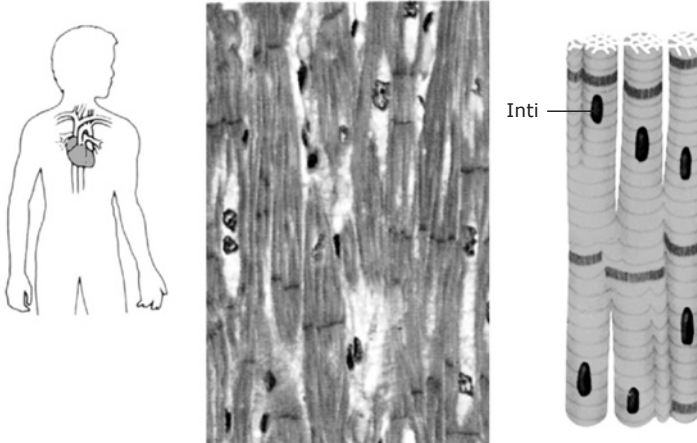
Otot polos banyak terdapat pada organ-organ pencernaan.

Bagaimanakah otot polos ini bekerja?

Sumber: *Essentials of Biology, 1990;The Visual Dictionary of Human Anatmoy,* 1996

3. Otot Jantung

Otot jantung tampak seperti otot lurik, namun kontraksi otot ini tidak dapat dikendalikan secara sadar. Oleh karena itu, kamu tidak dapat mengendalikan kapan jantung harus berdenyut cepat dan kapan harus berdenyut lambat.

Sumber: *Essentials of Biology*, 1990; *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 2.17

Otot jantung hanya terdapat pada organ jantung.

Bagaimanakah kerja otot jantung ini?

Soal Penguasaan Materi 2.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan jenis-jenis otot yang terdapat pada tubuh kita.
2. Bagaimanakah kerja dari otot lurik, otot polos, dan otot jantung?

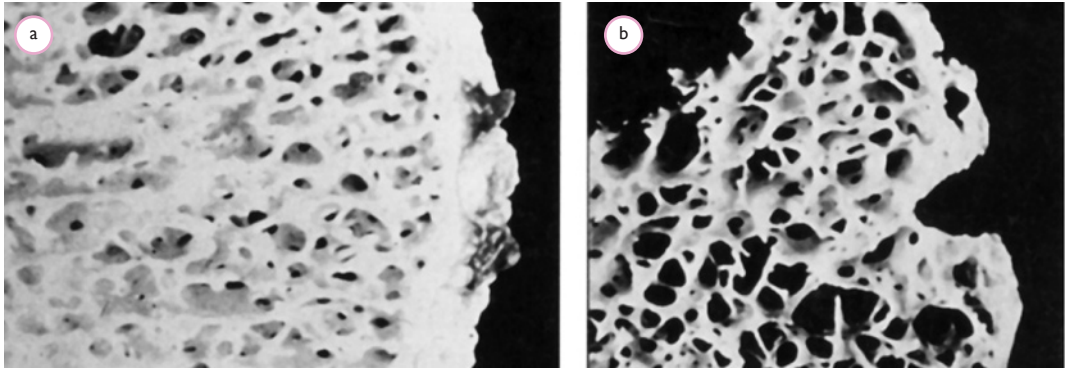
F. Gangguan pada Sistem Gerak

Sistem gerak dapat mengalami gangguan atau kelainan. Kelainan pada sistem gerak dapat terjadi karena beberapa hal, seperti kelainan sejak lahir, kekurangan vitamin, dan kecelakaan. Berikut contoh-contoh kelainan yang terjadi pada sistem gerak kita.

1. Rickets

Rickets merupakan suatu kelainan pada tulang yang terjadi karena kekurangan zat kapur, fosfor, dan vitamin D. Kelainan ini dapat terlihat dari kaki yang berbentuk huruf O dan huruf X.

2. Osteoporosis

Suatu keadaan dimana penghancuran tulang lebih cepat daripada proses pembentukan tulang. Akibatnya tulang menjadi keropos. Penyebabnya yaitu karena kekurangan kalsium. Penyakit ini mudah terjadi pada orang yang lanjut usia.

Sumber: *Biology:The Unity and Diversity of Life*, 1995

Gambar 2.18

(a) Struktur tulang yang normal dan (b) struktur tulang yang mengalami osteoporosis.

3. Patah Tulang (Fraktura)

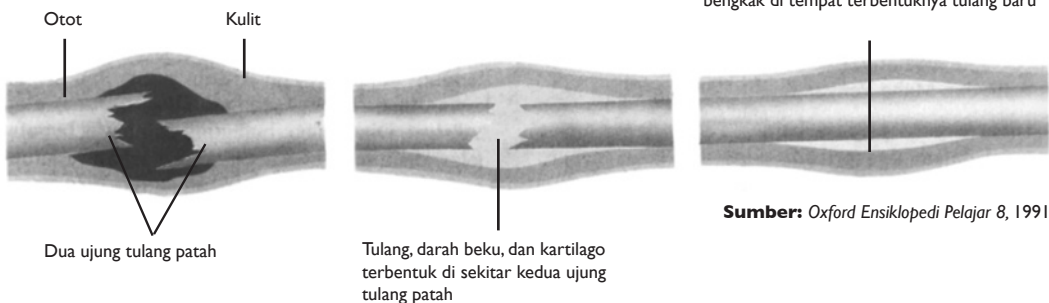
Retak atau patah tulang dapat terjadi karena benturan atau tekanan yang terlalu keras. Selain penyebab tersebut, patah tulang dapat terjadi karena kecelakaan.

Dapatkah orang yang patah tulang sembuh kembali? Sebagai organ yang hidup, tulang mempunyai kemampuan membentuk jaringan baru untuk memperbaiki jaringan yang rusak. Oleh karena itu, penderita patah tulang, terutama jika usianya masih muda dapat sembuh kembali. Akan tetapi jika persambungan tulang yang patah tersebut tidak baik maka bentuknya menjadi tidak sempurna dan terlihat cacat (Perhatikan Gambar 2.19). Oleh karena itu, berhati-hatilah jangan sampai ada tulang tubuhmu yang patah.

Gambar 2.19

Orang yang mengalami patah tulang, setelah sembuh tidak akan sempurna seperti awalnya.

Dapatkah kamu menjelaskan mengapa demikian?

Sumber: *Oxford Ensiklopedi Pelajar 8*, 1991

4. Arthritis

Arthritis merupakan peradangan yang terjadi pada sendi. Dapat terjadi karena banyak mengangkat atau membawa beban terlalu berat, ataupun infeksi mikroorganisme.

5. Lepas Sendi

Sendi lepas dapat dari tempatnya sehingga ligamen putus/sobek. Hal ini dapat terjadi karena kecelakaan ataupun ketika melakukan olahraga berat.

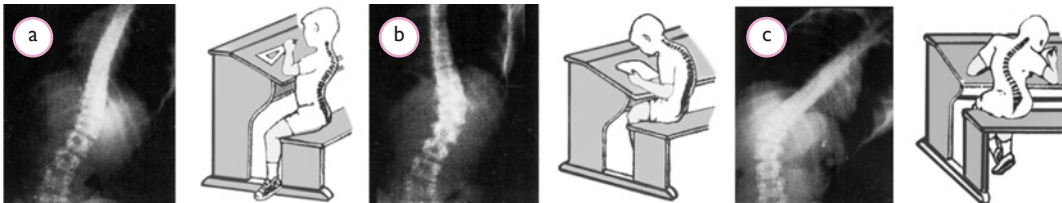
6. Kebiasaan Posisi Duduk

Posisi duduk yang salah dapat mengakibatkan pertumbuhan dan posisi tulang seseorang mengalami kelainan. Kelainan tulang ini dapat terjadi karena kebiasaan posisi duduk yang salah. Contoh kelainan akibat kebiasaan duduk yang salah adalah skoliosis, kifosis, dan lordosis.

Skoliosis adalah kelainan pada tulang belakang melengkung ke samping sehingga tubuh ikut melengkung ke samping. Kifosis adalah kelainan pada tulang belakang melengkung ke belakang, sehingga tubuh bungkuk. Adapun lordosis merupakan kelainan pada tulang belakang bagian perut melengkung ke depan sehingga bagian perut maju.

Beberapa penyakit atau gangguan pada sistem gerak dapat terjadi pada siapa saja. Oleh karena itu, kamu harus berhati-hati agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan pada dirimu.

Gambar 2.20

Kelainan yang terjadi pada tulang punggung akibat kebiasaan duduk yang salah (a) lordosis, (b) kifosis, dan (c) skoliosis.

Sumber: *Ensiklopedi Sains & Kehidupan*, 2002

Soal Penguasaan Materi 2.6

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan contoh-contoh gangguan sistem gerak pada manusia.
2. Kebiasaan posisi duduk yang salah dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tulang. Tuliskan jenis-jenis kelainan akibat kebiasaan posisi duduk.

Rangkuman

- Tulang, sendi dan otot bekerja sama membentuk sistem gerak. Otot merupakan alat gerak aktif, sedangkan tulang merupakan alat gerak pasif. Hal ini dimungkinkan karena otot memiliki kemampuan untuk memendek dan memanjang. Pada saat otot memendek, maka tulang-tulang tempat menempelnya otot tersebut akan ikut tertarik dan terjadilah pergerakan.
- Adanya persendian yang menghubungkan antara tulang satu dengan tulang lainnya merupakan kunci pergerakan manusia. Secara umum tulang-tulang penyusun rangka tubuh manusia dapat dikelompokkan menjadi tulang tengkorak, tulang anggota badan, dan tulang anggota gerak.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem Gerak pada Manusia. Setelah mempelajari bab ini, kamu akan mendapatkan informasi mengenai sistem gerak pada manusia. Selain itu, kamu juga akan mendapatkan banyak menfaatnya. Salah satu contohnya adalah kamu mengetahui penyusun sistem gerak yang ada pada tubuh manusia. Manfaat lainnya, kamu mengetahui jenis-jenis penyakit pada tulang, sehingga kita dapat semaksimal mungkin menghindari gangguan pada sistem gerak kita.

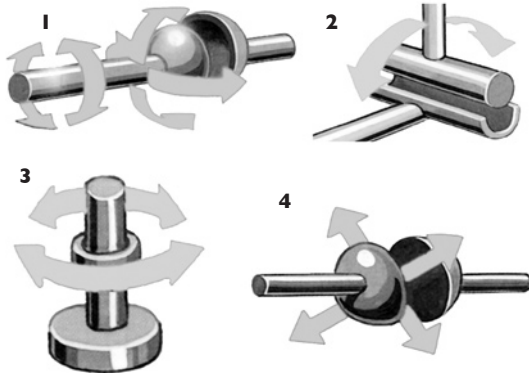
Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian mana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Antara tulang yang satu dan tulang yang lainnya dihubungkan oleh ....
   a. otot
   b. rangka
   c. kolagen
   d. sendi
2. Fungsi tulang bagi tubuh kita antara lain ....
   a. memberi bentuk tubuh
   b. tempat peredaran darah
   c. membentuk otot
   d. tempat melekatnya organ dalam
3. Tulang tidak dapat bergerak sendiri melainkan digerakkan oleh otot, sebab otot bisa ....
   a. memanjang dan memendek
   b. dilipat dan ditekuk
   c. menebal dan menipis
   d. mengembang dan mengkerut
4. Contoh organ tubuh yang tersusun dari tulang rawan adalah ....
   a. hidung dan daun telinga
   b. mulut dan hidung
   c. pipi dan mulut
   d. daun telinga dan pipi
5. Sendi yang memungkinkan gerakan bebas hampir ke segala arah, yaitu ....
   a. sendi putar
   b. sendi pelana
   c. sendi engsel
   d. sendi peluru
6. Tulang keras tersusun dari ....
   a. kalsium dan ligamen
   b. kalsium dan sendi
   c. ligamen dan kolagen
   d. kolagen dan kalsium
7. Berikut adalah ciri-ciri otot polos, *kecuali* ....
   a. bekerja di luar kesadaran
   b. tidak terdapat bagian gelap dan terang
   c. penyusun organ-organ tubuh dalam
   d. bekerja di bawah kesadaran kita
8. Kelainan tulang yang biasa terjadi pada orang lanjut usia yakni ....
   a. rakhitis
   b. patah tulang
   c. kifosis
   d. osteoporosis
9. Berikut ini yang *bukan* merupakan bentuk tulang adalah ....
   a. tulang panjang dan tulang pipih
   b. tulang pendek dan tulang pipih
   c. tulang panjang dan tulang dada
   d. tulang panjang dan tulang pendek
10. Tulang yang termasuk pada kelompok tulang belakang yaitu ....
    a. tulang kepala, tulang leher, tulang tangan
    b. tulang leher, tulang pinggang, tulang tangan
    c. tulang punggung, tulang leher, tulang pinggang
    d. tulang kepala, tulang pinggang, tulang kaki
11. Berikut ini yang *bukan* merupakan tulang anggota badan, yaitu ....
    a. tulang belakang
    b. tulang dada
    c. tulang lengan
    d. tulang rusuk
12. Tulang tengkorak merupakan tulang yang memiliki bentuk ....
    a. tulang yang bentuknya tidak beraturan
    b. tulang pipa
    c. tulang pendek
    d. tulang pipih

13. Perhatikan gambar berikut.

Siku dan lutut termasuk persendian ....
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

14. Berikut adalah ciri-ciri otot ....
   1) berfungsi dalam pergerakan
   2) bekerja di bawah kesadaran kita
   3) memiliki struktur gelap dan terang

   a. otot polos
   b. otot bisep
   c. otot lurik
   d. otot jantung

15. Perhatikan gambar berikut.

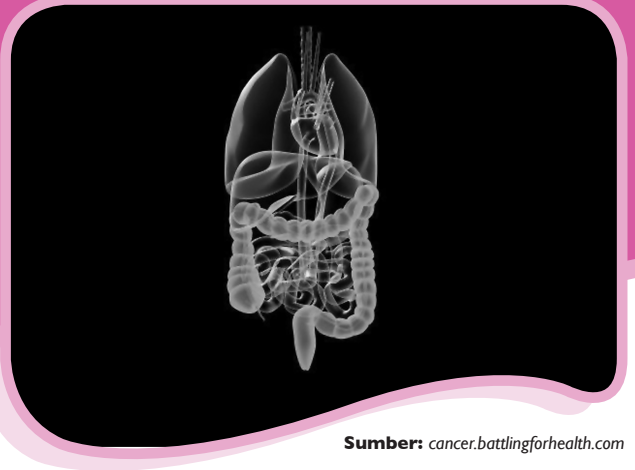
Gangguan yang terjadi pada tulang di gambar merupakan akibat kebiasaan posisi duduk yang salah, kelainan tulang tersebut disebut ....
   a. kifosis
   b. skoliosis
   c. fraktura
   d. lordosis

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Mengapa tulang bersifat keras? Jelaskan.
2. Mengapa orang yang berusia muda saat mengalami patah tulang lebih cepat sembuh kembali dibandingkan dengan orang yang berusia tua?
3. Tuliskan jenis-jenis tulang. Berdasarkan apakah pengolongan jenis-jenis tulang tersebut?
4. Tuliskan keistimewaan yang dimiliki oleh otot jantung.
5. Orang dapat mengalami gangguan pada tulang, salah satu contohnya kelainan bentuk tulang belakang karena kebiasaan duduk. Tuliskan olehmu kelainan-kelainan pada tulang yang dapat terjadi.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Perempuan pertama kali diciptakan dari tulang rusuk pria. Apakah hal ini berarti bahwa tulang rusuk laki-laki lebih sedikit daripada tulang rusuk perempuan?
2. Kalsium sangat diperlukan untuk pertumbuhan tulang. Salah satu contoh kalsium yang banyak di alam adalah batu kapur. Apakah mengkonsumsi sejumlah batu kapur akan membuat tulang jadi kuat juga?

Bab 3

Sumber: *cancer.battlingforhealth.com*

Sistem Pencernaan pada Manusia

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan sistem pencernaan pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

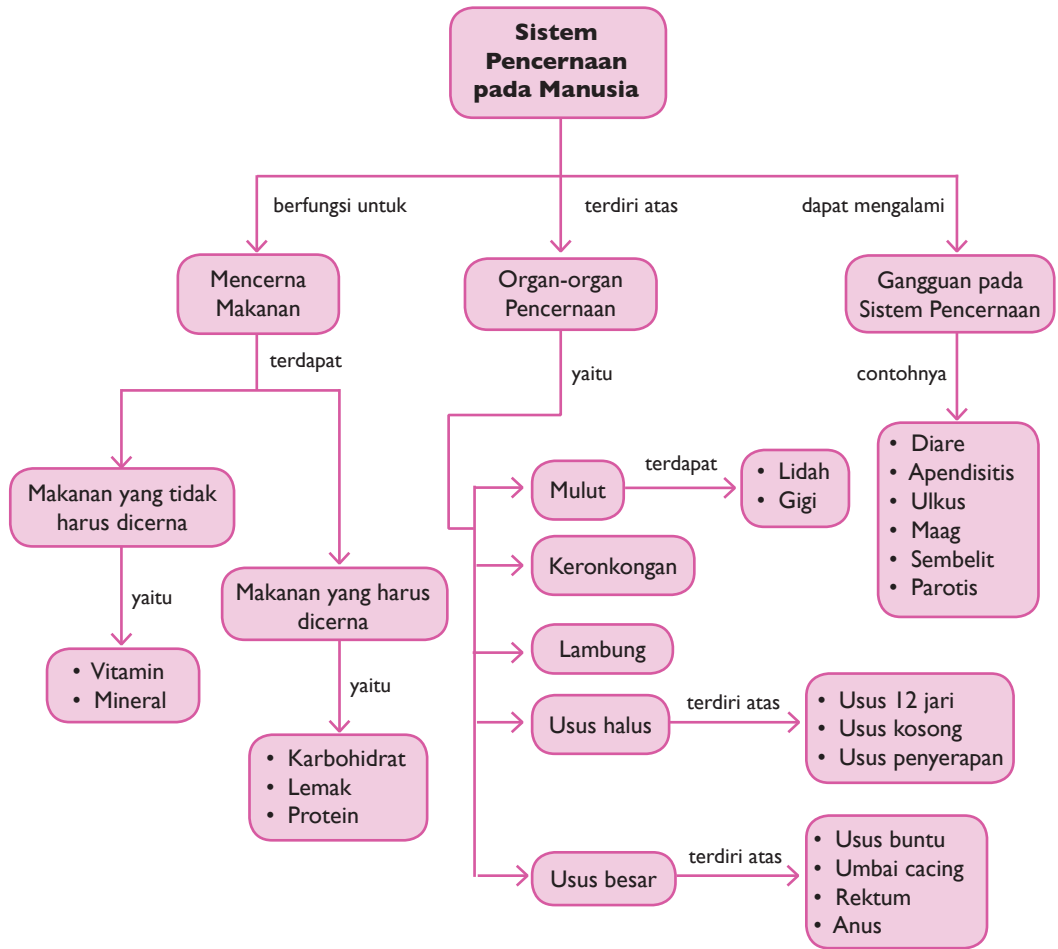
Dalam memenuhi kebutuhan energi, manusia memerlukan makanan. Makanan merupakan sumber energi bagi manusia. Agar makanan dapat menjadi sumber energi, makanan harus melalui suatu proses yang dinamakan proses pencernaan.

Makanan yang masuk melalui mulut diolah oleh beberapa organ di dalam tubuh hingga sari-sari makanan dapat diserap tubuh. Organ-organ tersebut mengubah makanan menjadi sumber energi melalui proses mekanik dan kimiawi. Kumpulan organ-organ tersebut membentuk sistem pencernaan. Apa saja organ sistem pencernaan itu? Agar kamu lebih memahami, pelajarilah uraian bab berikut dengan baik.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Sistem Pencernaan pada Manusia

- berfungsi untuk → Mencerna Makanan
  - terdapat → Makanan yang tidak harus dicerna
    - yaitu →
      - Vitamin
      - Mineral
  - terdapat → Makanan yang harus dicerna
    - yaitu →
      - Karbohidrat
      - Lemak
      - Protein
- terdiri atas → Organ-organ Pencernaan
  - yaitu →
    - Mulut — terdapat →
      - Lidah
      - Gigi
    - Kerongkongan
    - Lambung
    - Usus halus — terdiri atas →
      - Usus 12 jari
      - Usus kosong
      - Usus penyerapan
    - Usus besar — terdiri atas →
      - Usus buntu
      - Umbai cacing
      - Rektum
      - Anus
- dapat mengalami → Gangguan pada Sistem Pencernaan
  - contohnya →
    - Diare
    - Apendisitis
    - Ulkus
    - Maag
    - Sembelit
    - Parotis

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apa fungsi makanan?
2. Mengapa kamu harus mengunyah makananmu?
3. Jelaskan proses pencernaan makanan.

A. Makanan dan Fungsinya

Apakah kamu sudah makan hari ini? Apa sajakah yang kamu makan? Makanan yang kita makan setiap hari sangat beragam, misalnya nasi, mie, singkong, tahu, tempe, ikan, daging, telur, sayuran, dan buah-buahan. Meskipun wujud makanan yang kamu konsumsi berbeda-beda, namun pada dasarnya makanan yang kita konsumsi mengandung satu atau lebih zat-zat makanan yang berbeda. Zat-zat yang terkandung dalam makanan dapat berupa karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Karbohidrat, lemak, dan protein sering juga dikelompokkan sebagai makanan sumber energi. Adapun vitamin dan mineral sebagai kelompok makanan nonenergi.

1. Karbohidrat

Karbohidrat adalah nama umum untuk bahan-bahan yang mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang tersusun dalam suatu susunan tertentu. Karbohidrat tersusun oleh ketiga unsur tersebut dengan komposisi $C_nH_{2n}O_n$. Jenis karbohidrat yang biasa dikonsumsi jenisnya bermacam-macam, misalnya gula, tepung (amilum), dan serat (selulosa). Karbohidrat merupakan zat makanan yang kita peroleh dari tumbuh-tumbuhan. Dapatkah kamu menyebutkan bahan makanan yang mengandung karbohidrat?

Bagi tubuh kita, karbohidrat merupakan sumber energi paling utama. Oleh karena itu, karbohidrat diperlukan dalam jumlah yang cukup besar. Karbohidrat yang kamu konsumsi pada umumnya merupakan molekul besar. Oleh karena itu, karbohidrat perlu dicerna terlebih dahulu oleh alat-alat pencernaan agar dapat diserap oleh tubuh. Proses pencernaan akan dibahas pada bagian selanjutnya.

Sumber: *CD Image*

Gambar 3.1

Beberapa jenis makanan yang mengandung karbohidrat.

Apa saja makanan yang mengandung karbohidrat yang dijadikan makanan pokok di Indonesia?

Ayo Coba 3.1

Tujuan

Mengetahui makanan yang mengandung amilum

Alat dan bahan

Makanan yang telah dimasak dan belum dimasak (nasi, ubi, singkong, tahu, tempe, dan daging ayam), larutan iodium atau obat merah/luka, dan pipet tetes

Cara kerja

1. Ambillah beberapa sampel makanan. Kemudian, sampel makanan tadi digerus hingga halus.
2. Setelah itu, teteskan air menggunakan pipet beberapa tetes.
3. Setelah itu, teteskan iodium. Amatilah perubahan warna yang terjadi.
4. Apabila bahan yang diuji berwarna biru/kehitaman berarti bahan makanan tersebut mengandung amilum.

Pertanyaan

1. Bahan makanan apa sajakah yang mengandung amilum?
2. Adakah bahan makanan yang berasal dari hewan yang mengandung amilum?
3. Adakah perbedaan warna antara bahan yang belum dimasak dan bahan yang telah dimasak?
4. Kesimpulan apakah yang kamu dapatkan dari kegiatan ini?

2. Lemak

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 3.2

(a) Segelas susu dan (b) daging ayam merupakan makanan yang banyak mengandung lemak.

Seperti halnya karbohidrat, lemak juga tersusun oleh unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Walaupun unsur pembentuknya sama, namun susunan unsur-unsur tersebut berbeda. Bagi tubuh kita, lemak mempunyai fungsi yang sangat penting. Selain sebagai sumber energi, lemak juga merupakan penyusun membran sel, sebagai pelarut vitamin A, D, E, dan K, serta sebagai cadangan makanan bagi tubuh.

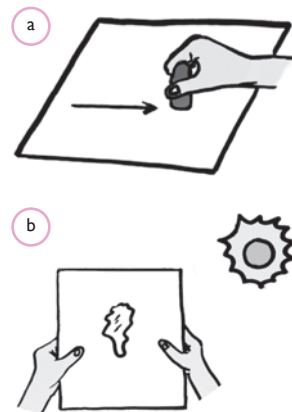
Lemak dapat diperoleh dari tumbuhan (nabati) maupun hewan (hewani). Beberapa bahan makanan yang mengandung banyak lemak, misalnya kacang-kacangan, minyak goreng, daging dan susu. Dapatkah kamu menyebutkan sumber makanan lain yang banyak mengandung lemak? Seperti halnya karbohidrat, lemak merupakan molekul yang sangat besar. Oleh karena itu, harus dicerna terlebih dahulu agar dapat diserap oleh tubuh.

Ayo Coba 3.2

Tujuan
Menguji ada tidaknya lemak dalam makanan

Alat dan bahan
Berbagai jenis makanan yang matang/telah diolah dan makanan yang belum diolah dan kertas saring/kertas tipis

Cara kerja
1. Ambillah makanan yang akan diuji.
2. Setelah itu, makanan tersebut dioleskan pada kertas saring.
3. Jemur kertas tersebut hingga kering.
4. Setelah itu, terawangkan kertas tersebut ke Matahari.
5. Jika pada kertas tampak seperti terdapat cairan atau tembus pandang, makanan tersebut dapat dipastikan mengandung lemak.

Pertanyaan
1. Apakah semua makanan yang kamu amati terdapat lemak?
2. Jika tidak, makanan apakah yang tidak mengandung lemak?
3. Kesimpulan apakah yang dapat kamu ambil dari kegiatan tersebut?

Gambar 3.3

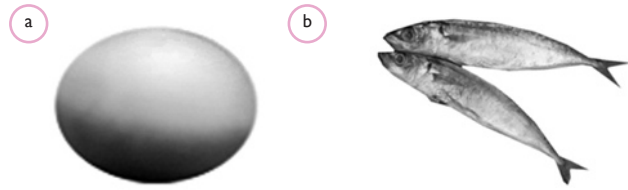
(a) Oleskanlah sampel makanan yang akan diamati di kertas saring, kemudian (b) terawangkan kertas saring tersebut di bawah sinar matahari.

3. Protein

Protein tersusun oleh unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N). Bagi tubuh, protein memegang peranan penting untuk pertumbuhan dan mengganti sel-sel tubuh yang rusak. Selain itu, protein juga diperlukan sebagai pembangun enzim. Karena protein sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan, kamu hendaknya banyak makan makanan yang mengandung protein. Sebab, saat ini kamu berada dalam masa-masa penting untuk pertumbuhan badanmu.

Protein nabati dapat diperoleh dari makanan yang berasal dari tumbuhan, misalnya kacang-kacangan. Adapun protein hewani diperoleh dari sumber hewan, misalnya ikan, daging, dan telur. Seperti halnya karbohidrat dan lemak, protein juga merupakan molekul yang besar sehingga harus dicerna terlebih dahulu agar dapat diserap tubuh.

Gambar 3.4

(a) Telur dan (b) ikan merupakan bahan makanan yang banyak mengandung protein.

Sumber: *Dokumentasi penerbit*

4. Vitamin

Vitamin merupakan zat-zat yang sangat diperlukan oleh tubuh untuk kelancaran proses-proses di dalam tubuh. Walaupun vitamin hanya diperlukan dalam jumlah yang sedikit namun tanpa vitamin proses dalam tubuh bisa terganggu. Secara garis besar vitamin dikelompokkan menjadi vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, dan K) dan vitamin yang larut dalam air (B dan C). Buah-buahan dan sayuran banyak mengandung vitamin.

Sumber: *Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran,* 1995

Gambar 3.5

Seorang anak yang mengalami tulang bengkok (Rickets) karena kekurangan vitamin D.

Tabel 3.1 Vitamin dan Fungsinya

No.	Vitamin	Fungsi	Akibat jika Kekurangan
1	A	Pembentukan pigmen penglihatan, memelihara jaringan epitel	Rabun senja, kulit kasar
2	B_1	Pembentukan enzim	Beri-beri, gangguan saraf
3	B_2	Metabolisme karbohidrat	Gangguan pertumbuhan, gangguan kulit
4	B_6	Pembentukan enzim untuk metabolisme lemak	Dermatitis, gangguan saraf
5	B_{12}	Pembentukan inti sel	Anemia
6	C	Dibutuhkan untuk kolagen dan jaringan ikat	Sariawan, gangguan jaringan ikat, skorbut
7	D	Penyerapan kalsium	Rickets, gangguan tulang
8	E	Pertumbuhan dan menjaga sel darah merah	Sel darah merah mudah rusak
9	K	Pembekuan darah	Apabila ada luka, darah sulit membeku

Tabel di atas menunjukkan bahwa walaupun vitamin tidak diperlukan untuk sumber energi, namun proses pembentukan energi memerlukan vitamin, terutama vitamin B. Dalam tubuh vitamin tidak perlu dicerna lagi untuk dapat diserap karena ukuran molekul vitamin memang relatif kecil. Apa yang terjadi jika tubuh kelebihan vitamin?

5. Mineral

Mineral merupakan bahan-bahan anorganik (tak hidup). Tubuh kita sangat membutuhkan mineral untuk pembentukan struktur tubuh. Beberapa mineral yang sangat dibutuhkan tubuh, misalnya kalsium untuk pembentukan tulang dan gigi, besi untuk pembentukan hemoglobin, natrium untuk proses kontraksi otot, dan fosfor untuk proses pembentukan energi dalam sel. Susu merupakan bahan makanan yang cukup lengkap dan mengandung mineral yang diperlukan oleh tubuh. Seperti halnya vitamin, mineral langsung diserap tanpa harus melalui proses pencernaan.

Kini, kamu telah mengetahui bahwa ternyata ada zat makanan yang harus dicerna terlebih dahulu agar dapat diserap, seperti karbohidrat, lemak, dan protein. Selain itu, ada juga zat makanan yang tidak perlu dicerna lagi sebab dapat langsung diserap tubuh. Organ apa sajakah yang diperlukan untuk mencernakan makanan dan bagaimanakah prosesnya? Hal ini akan kamu pelajari pada bagian berikutnya.

Tugas 3.1

Mi instan merupakan salah satu jenis makanan yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Kumpulkan data tentang kandungan gizi berbagai merek mi instan yang dapat kamu temukan.

a. Merek apakah yang kandungan gizinya paling lengkap?
b. Jika dibandingkan dari sisi harga, merek apakah yang paling murah?

Soal Penguasaan Materi 3.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

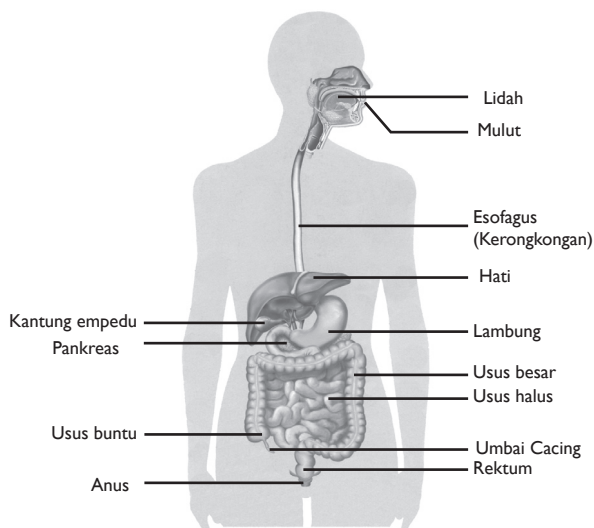
1. Tuliskan makanan yang merupakan sumber energi dan nonenergi.
2. Apakah fungsi vitamin bagi tubuh kita?

B. Organ-Organ Pencernaan

Di sekolah dasar dulu, kamu telah belajar mengenai organ-organ pencernaan. Masih ingatkah kamu organ apa saja yang berfungsi untuk mencerna makanan? Agar lebih jelas, perhatikan gambar mengenai sistem pencernaan pada manusia berikut.

Sumber: *Kamus Visual 2003*

Gambar 3.6

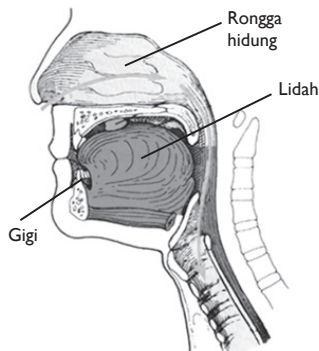
Organ-organ pencernaan yang terdapat pada tubuh kita.

Hal Penting
Key Point

Pencernaan adalah proses memperhalus makanan menjadi bentuk yang dapat diserap tubuh.

Digestion is the process of reducing food to a form that can be absorbed by the body.

Sistem pencernaan pada manusia terdiri atas beberapa organ. Organ tersebut mencerna makanan melalui proses mekanik maupun kimiawi. Berikut penjelasan organ-organ pencernaan pada manusia.

1. Mulut

Mulut merupakan organ pencernaan yang pertama bertugas dalam proses pencernaan makanan. Fungsi utama mulut adalah untuk menghancurkan makanan sehingga ukurannya cukup kecil untuk dapat ditelan ke dalam perut. Mulut dapat menghaluskan makanan karena di dalam mulut terdapat gigi dan lidah. Gigi berfungsi menghancurkan makanan. Adapun fungsi lidah adalah membolak-balikan makanan sehingga semua makanan dihancurkan secara merata. Selain itu, lidah berfungsi membantu menelan makanan. Gigi dan lidah termasuk alat pemroses pencernaan secara mekanis.

Sumber: *Essentials of Biology*, 1990

Gambar 3.7

Organ pencernaan yang terdapat pada mulut yaitu lidah dan gigi.

Selain mencerna makanan secara mekanis, di mulut juga terjadi pencernaan secara kimiawi. Pencernaan secara kimiawi dimungkinkan karena kelenjar air liur menghasilkan ludah yang mengandung air, lendir, dan enzim ptialin. Air dan lendir berguna untuk melumasi rongga mulut dan membantu proses menelan. Adapun enzim ptialin mengubah amilum menjadi karbohidrat yang lebih sederhana, yaitu maltosa.

Cobalah kunyah nasi putih dalam waktu yang cukup lama. Bagaimanakah rasa nasi tadi? Setelah dikunyah di mulut beberapa lama, nasi terasa agak manis, bukan? Hal tersebut dapat terjadi karena sebagian amilum pada nasi terurai menjadi maltosa yang rasanya agak manis. Oleh karena itu, nasi terasa sedikit manis setelah dikunyah agak lama.

Dalam mulut selain terdapat gigi juga terdapat lidah. Lidah merupakan indra pengecap yang kita miliki. Karena lidahlah kamu dapat merasakan nikmatnya makanan. Walaupun rasa sesungguhnya hanya dirasakan selama makanan ada di mulut, namun rasa akan meningkatkan selera makan. Tanpa adanya rasa kamu akan cenderung tidak nafsu makan.

Sumber: *www.nlm.nih.gov*

Gambar 3.8

Lidah merupakan indra pengecap.

Hal ini dapat kamu rasakan sendiri. Jika ada makanan yang enak, kamu akan makan dengan lahap dan banyak. Sebaliknya, jika makanan terasa tidak enak, kamu akan cenderung malas memakannya atau hanya memakan sedikit saja. Oleh karena itu, kamu patut bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberimu lidah sehingga kamu dapat merasakan nikmatnya makanan.

Pernahkah kamu melakukan kegiatan untuk mengamati daerah-daerah lidah yang lebih peka merasakan rasa tertentu? Jika belum, kamu dapat melakukan kegiatan berikut dengan temanmu.

Ayo Coba 3.3

Tujuan

Mengetahui daerah yang lebih peka terhadap rasa tertentu pada lidah

Alat dan bahan

Cotton bud (kapas), beberapa bahan makanan yang memiliki rasa manis, asam, asin, dan pahit, serta empat buah wadah makanan

Cara kerja

1. Siapkan beberapa bahan makanan dengan beberapa rasa berbeda, yaitu manis, asam, asin, dan pahit.
2. Makanan-makanan tersebut disimpan pada beberapa wadah yang berbeda. Setiap wadah memiliki *cotton bud* yang berbeda pula.
3. Satu temanmu matanya ditutup. Satu orang lagi yang memberikan rasa pada temanmu yang matanya ditutup. Rasa diberikan dengan cara mengoleskan *cotton bud* dari setiap wadah pada bagian lidah yang berbeda.
4. Catatlah hasil pengamatanmu tersebut.

Pertanyaan

1. Apakah semua daerah pada lidah memiliki kepekaan yang sama untuk semua rasa?
2. Daerah manakah pada lidah yang peka untuk rasa manis, asam, asin, dan pahit? Tandai hasil pengamatanmu pada gambar di samping.
3. Mintalah temanmu untuk tetap menutup mata, kemudian olesi lidah dengan sesuatu yang pedas, misalnya sambal. Pada bagian manakah terasa pedas?
4. Mintalah temanmu untuk tetap menutup mata kemudian olesi kulitnya dengan sambal tadi. Apakah yang dirasakannya?

Catatan

Pedas bukanlah rasa. pedas adalah iritasi yang menyebabkan panas. Oleh karena itu, kulitmu juga dapat merasakannya padahal kulitmu bukanlah indra pengecap. Rasa hanya empat macam, yaitu manis, asam, asin, dan pahit.

Sumber: *Biology for You, 2002*

Gambar 3.9

Peta rasa pada lidah.

Bagian manakah yang merupakan perasa manis, asam, asin dan pahit?

2. Kerongkongan

Setelah dikunyah di mulut, makanan ditelan agar masuk ke lambung melalui suatu saluran yang disebut kerongkongan. Kerongkongan atau esofagus berfungsi menyalurkan makanan dari mulut ke lambung. Di dalam lehermu sesungguhnya terdapat dua saluran, yaitu kerongkongan (letaknya di belakang) dan tenggorokan atau trakea (letaknya di depan). Kerongkongan merupakan saluran pencernaan yang menghubungkan antara mulut dengan lambung. Tenggorokan merupakan saluran pernapasan yang menghubungkan antara rongga mulut dengan paru-paru.

Oleh karena itu, di bagian dalam mulut terdapat persimpangan dua saluran yang dijaga oleh sebuah klep yang disebut epiglotis. Pada waktu bernapas, klep tersebut membuka sehingga udara dapat masuk ke tenggorokan. Sewaktu menelan makanan, klep tersebut akan menutup tenggorokan sehingga makanan tidak masuk ke tenggorokan. Jadi, klep tersebut berfungsi menjaga kerja antara kerongkongan dan tenggorokan agar proses pencernaan dan pernapasan dapat berjalan dengan lancar.

Informasi IPA

Makanan yang masuk ke dalam mulut merupakan awal perjalanan makanan menuju sistem pencernaan. Perjalanan ini sekitar 9 meter panjangnya dan membutuhkan waktu 24 jam untuk mencernanya hingga dapat diserap tubuh. Sehari berikutnya yang tertinggal adalah kotoran yang keluar dari anus. Itulah akhir dari pencernaan.

Sumber: *Aku dan Tubuhku*, 2006

Sumber: *Biologi; Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran,* 1995

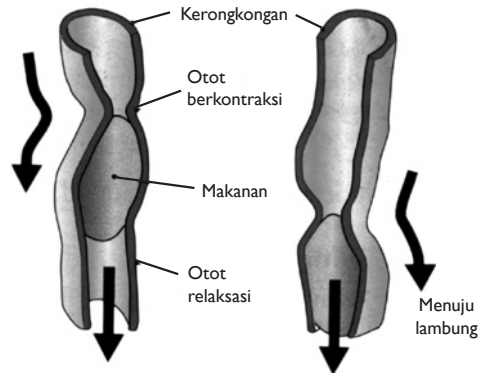
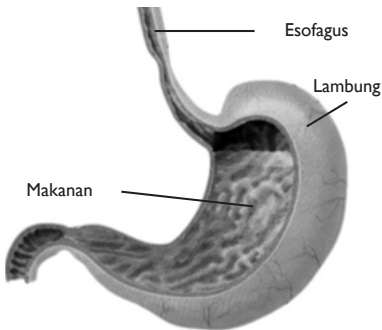
Gambar 3.10

Pada gambar terlihat katup epiglotis membatasi antara trakea dan esofagus.

Pada saat melewati kerongkongan, makanan didorong masuk ke lambung oleh adanya gerak peristaltik otot-otot kerongkongan. Hal ini dikarenakan dinding kerongkongan tersusun atas otot polos yang melingkar dan memanjang serta berkontraksi secara bergantian. Akibatnya, makanan berangsur-angsur terdorong masuk ke lambung. Di kerongkongan makanan hanya lewat saja dan tidak mengalami pencernaan.

Sumber: *Biology for You,* 2002

Gambar 3.11

Gerakan peristaltik tersebut mendorong makanan dari kerongkongan menuju lambung.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy,* 1996

Gambar 3.12

Lambung mencerna makanan secara mekanis dan kimiawi.

3. Lambung

Lambung merupakan alat pencernaan yang berbentuk kantung. Dinding lambung tersusun dari otot-otot yang memanjang, melingkar, dan menyerong. Hal ini memungkinkan makanan yang masuk ke dalam lambung dibolak-balik dan diremas lagi sehingga menjadi lebih halus. Makanan yang dikunyah di mulut belumlah cukup halus. Oleh karena itu, perlu dihaluskan lagi di lambung. Agar lambung kamu tidak bekerja terlalu berat, sebaiknya kamu mengunyah makananmu sampai halus benar sebelum menelannya.

Selain mencerna makanan secara mekanis, lambung juga mencerna makanan secara kimiawi. Lambung menghasilkan suatu cairan yang mengandung air, lendir, asam lambung (HCl), serta enzim renin dan pepsinogen.

Karena sifatnya yang asam, cairan lambung dapat membunuh kuman yang masuk bersama makanan. Sementara itu, enzim renin akan menggumpalkan protein susu yang ada dalam air susu sehingga dapat dicerna lebih lanjut. Pepsinogen akan diaktifkan oleh HCl menjadi pepsin yang berfungsi memecah protein menjadi pepton.

Ilmuwan IPA

Claude Bernard
(1813–1870)

Ia adalah seorang ilmuwan Perancis. Ia menemukan bahwa hanya beberapa tahap pencernaan terjadi di lambung, sisanya terjadi di usus halus.

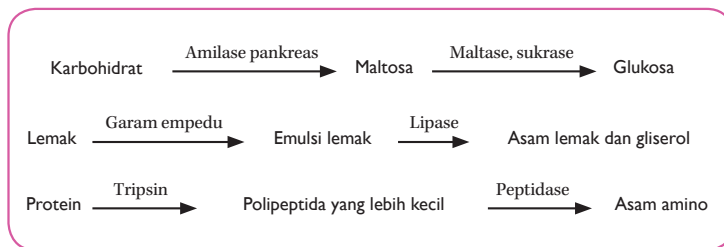
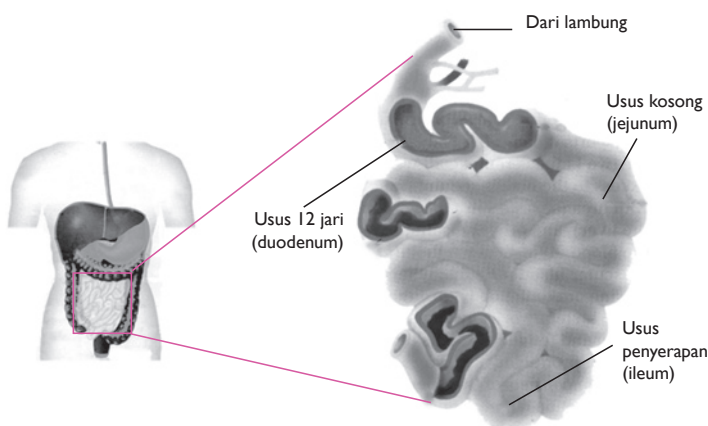
Sumber: *en.wikipedia.org*

4. Usus Halus

Setelah dicerna di lambung makanan akan masuk ke usus halus. Usus halus terdiri atas tiga bagian, yaitu usus dua belas jari (duodenum), usus kosong (jejunum), dan usus penyerapan (ileum).

Usus dua belas jari dan usus kosong berperan penting dalam pencernaan makanan secara kimiawi. Di usus dua belas jari ini kantong empedu dan pankreas mengeluarkan cairan pencernaannya. Empedu yang dihasilkan oleh kan-

tong empedu akan berperan dalam pencernaan lemak dengan cara mengemulsikan lemak sehingga dapat dicerna lebih lanjut.

Cairan pankreas mengandung enzim-enzim pencernaan penting, yaitu tripsinogen, amilase, dan lipase. Tripsinogen diaktifkan oleh enterokinase menjadi tripsin yang berfungsi mencerna protein menjadi asam amino. Amilase akan mencerna amilum menjadi glukosa, sedangkan lipase mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Selain enzim-enzim tersebut usus halus juga menghasilkan enzim-enzim lain yang membantu pencernaan makanan, seperti peptidase dan maltase. Secara sederhana proses pencernaan secara kimiawi yang terjadi di usus halus dapat diringkas sebagai berikut.

Pencernaan makanan berakhir di ileum. Di sini makanan yang telah dicerna akan diserap dinding ileum. Glukosa, asam amino, mineral, dan vitamin akan diserap melalui pembuluh darah dinding ileum. Adapun asam lemak dan gliserol akan diserap melalui pembuluh getah bening. Pembuluh getah bening ini pada akhirnya akan bermuara pada pembuluh darah sehingga sari-sari makanan dapat diedarkan ke seluruh tubuh.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Hal Penting
Key Point

Enzim adalah molekul protein yang berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat reaksi kimia.

Enzyme is a protein molecule that act as a catalyst to speed a chemical reaction

Pembahasan UN

Lipase adalah enzim yang berfungsi ....
(US 2005)

a. mengendapkan protein susu
b. membunuh kuman bibit penyakit
c. mencernakan lemak menjadi gliserol
d. mencernakan protein menjadi pepton

Jawaban (C)
Pembahasan: Pada pankreas terdapat 3 macam enzim.

1. Amilase, mengubah amilum menjadi gula
2. Tripsin, mengubah protein menjadi asam amino
3. lipase, mengubah lipid menjadi asam lemak atau gliserol

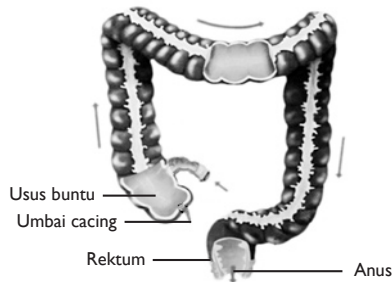
Gambar 3.13

Struktur usus halus yang terdiri dari duodenum, jejunum, dan ileum.

5. Usus Besar

Zat-zat yang tidak diserap usus halus selanjutnya akan masuk ke usus besar atau kolon. Di usus besar ini terjadi penyerapan air dan pembusukan sisa-sisa makanan oleh bakteri pembusuk. Pembusukan dilakukan oleh bakteri yang hidup di usus. Akhirnya sisa makanan akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran (*feces*) melalui anus.

Pada usus besar terdapat bagian yang disebut usus buntu. Pada manusia, fungsi usus buntu tidak jelas. Pada hewan-hewan pemakan tumbuhan, seperti kelinci dan marmot, usus buntu membantu mencerna selulosa.

Sumber: *Biology; Concepts & Connections*, 2006

Gambar 3.14

Usus besar yang berfungsi dalam penyerapan air dan pembusukan sisa-sisa makanan.

Soal Penguasaan Materi 3.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan organ-organ pencernaan pada manusia.
2. Usus halus terdiri atas tiga bagian. Sebutkanlah olehmu.
3. Di manakah terjadinya proses pembusukan zat-zat makanan?

C. Gangguan pada Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan pada tubuh, dapat mengalami gangguan. Terganggunya sistem pencernaan ini dapat diakibatkan oleh kelainan sistem pencernaan, masuknya bibit penyakit, dan makanan yang tidak baik. Berikut ini beberapa contoh gangguan pada sistem pencernaan, terutama yang terjadi pada organ pencernaan.

1. Diare, gangguan ini terjadi karena terganggunya penyerapan air pada usus besar. Gangguan ini dapat disebabkan oleh bakteri atau infeksi kuman.

2. Apendisitis, gangguan ini disebut juga radang usus buntu. Gangguan ini terjadi pada umbai cacing atau apendiks. Umbai cacing mengalami peradangan akibat infeksi oleh bakteri.
3. Maag, gangguan ini dapat terjadi karena produksi asam lambung berlebih. Gejala dari gangguan ini, yaitu terasa mual dan perih pada lambung. Untuk menghindari gangguan tersebut, dapat dilakukan dengan pola makan yang teratur dan tepat waktu.
4. Ulkus atau radang dinding lambung, yaitu gangguan pada lambung yang disebabkan oleh tingginya produksi asam lambung (HCl) dibandingkan makanan yang masuk.
5. Sembelit, yaitu gangguan yang terjadi akibat penyerapan air di usus besar secara berlebihan. Akibatnya feses menjadi keras.
6. Parotitis (gondong), yaitu gangguan pada kelenjar parotid yang membengkak. Gangguan ini disebut juga penyakit gondong.

Tugas 3.2

Kamu telah mempelajari sistem pencernaan pada manusia. Bersama dengan teman sekelompokmu, buatlah gambar mengenai organ-organ pencernaan manusia.

Soal Penguasaan Materi 3.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mengapa sistem pencernaan pada tubuh kita dapat terganggu?
2. Tuliskan contoh-contoh gangguan yang terjadi pada sistem pencernaan.

Rangkuman

- Semua makhluk hidup memerlukan makanan untuk hidupnya. Makanan yang kita konsumsi dapat sangat beragam, namun pada dasarnya kandungan yang ada dalam makanan adalah karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral.
- Untuk mendapatkan energi dari makanan, makanan perlu dicerna. Untuk mencerna makanan diperlukan sistem pencernaan. Sistem pencernaan manusia terdiri atas mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, dan usus besar.
- Makanan yang digunakan akan diserap oleh tubuh dan sisa makanan yang tidak diserap akan dibuang ke luar tubuh melalui anus.

Refleksi

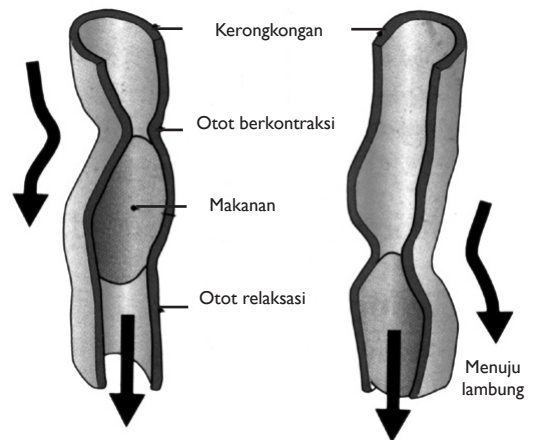
Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem Pencernaan pada Manusia sangat menarik, bukan? Dari mempelajari bab ini, kamu dapat mengenal organ-organ pencernaan yang terdapat pada tubuh kita. Selain itu, kamu juga bisa mendapatkan begitu banyak manfaat. Misalnya, kamu dapat mengetahui berbagai gangguan yang terjadi pada organ-organ pencernaan dan penyebabnya sehingga kamu dapat menghindari gangguan pada sistem pencernaan. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat lainnya?

Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian mana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Zat makanan yang berfungsi sebagai sumber energi adalah ....
   a. karbohidrat, lemak, dan vitamin
   b. karbohidrat, lemak, dan protein
   c. karbohidrat, protein, dan vitamin
   d. karbohidrat dan mineral
2. Urutan saluran pencernaan manusia yang benar adalah ....
   a. mulut, lambung, kerongkongan, usus halus, dan usus besar
   b. mulut, kerongkongan, usus halus, usus besar, dan lambung
   c. mulut, kerongkongan, lambung, usus besar, dan usus halus
   d. mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, dan usus besar
3. Zat makanan yang tidak perlu dicerna terlebih dahulu oleh tubuh, di antaranya ....
   a. vitamin dan mineral
   b. karbohidrat dan vitamin
   c. mineral dan protein
   d. lemak dan protein
4. Berikut yang terjadi dalam usus besar saat proses pencernaan makanan adalah ....
   a. membunuh kuman-kuman yang masuk dengan makanan
   b. penyerapan air dan pembusukkan sisa-sisa makanan
   c. pencernaan karbohidrat dan lemak
   d. pelarutan vitamin yang larut dalam air
5. Indra pengecap manusia dapat mengecap rasa ....
   a. manis, pahit, pedas, dan asin
   b. manis, pedas, asin, dan asam
   c. manis, pahit, asin, dan asam
   d. manis, asam, pedas, dan pahit
6. Dari pernyataan berikut ini, yang *bukan* fungsi lemak bagi tubuh adalah ....
   a. sumber energi
   b. cadangan makanan
   c. pembangun enzim
   d. pelarut vitamin A, D, E, dan K
7. Perhatikan gambar berikut.

   Proses pergerakan makanan dari kerongkongan hingga ke lambung tersebut melalui suatu peristiwa, yaitu ....
   a. proses kimiawi
   b. gerakan peristaltik
   c. proses mekanik
   d. berkontraksinya otot kerongkongan
8. Glukosa, asam amino, mineral, dan vitamin diserap melalui ....
   a. pembuluh limfa
   b. pembuluh getah bening
   c. pembuluh saraf
   d. pembuluh darah
9. Kekurangan vitamin B dapat mengakibatkan ....
   a. gangguan saraf
   b. kulit kasar
   c. gangguan tulang
   d. sariawan

10. Di masa pertumbuhan anak-anak harus banyak makan makanan, terutama yang mengandung ....
    a. protein
    b. lemak
    c. vitamin
    d. mineral
11. Perhatikan gambar berikut.

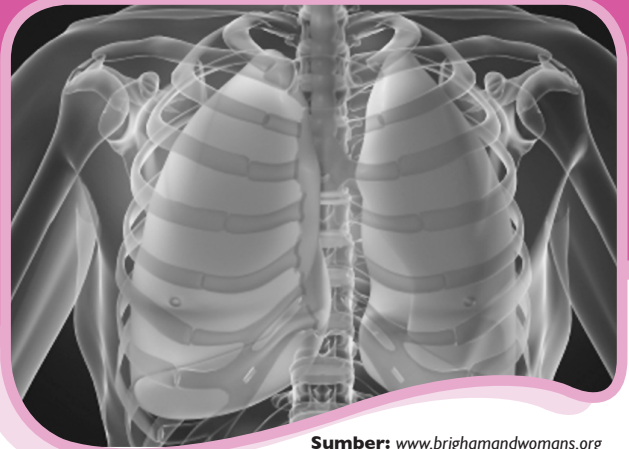
1.
3.
2.
4.
    Dari keempat makanan tersebut, makanan yang paling banyak mengandung karbohidrat adalah ....
    a. 1 c. 3
    b. 2 d. 4
12. Enzim ptialin terdapat di ....
    a. lambung
    b. usus besar
    c. air liur
    d. lambung
13. Pencernaan makanan yang bersifat mekanis dan kimiawi terjadi di ....
    a. duodenum
    b. kerongkongan
    c. mulut
    d. usus
14. Penyerapan sari-sari makanan terutama terjadi di ....
    a. lambung
    b. ileum
    c. kolon
    d. duodenum
15. Cairan empedu yang dihasilkan hati berperan dalam pencernaan, yaitu ....
    a. menguraikan zat tepung
    b. membasmi bibit penyakit
    c. mengemulsikan lemak
    d. menguraikan lema

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Jelaskan urutan saluran pencernaan pada manusia yang dimulai dari mulut.
2. Pada urutan saluran pencernaan terdapat proses mekanik dan kimiawi. Jelaskan di manakah terjadi proses mekanik dan proses kimiawi.
3. Bagaimanakah mekanisme kerja dari katup epiglotis?
4. Pada usus besar terdapat bakteri. Bersifat apakah bakteri tersebut? Jelaskan.
5. Seseorang terserang maag akibat tidak teraturnya makan. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Jelaskan.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Orang yang ompong selain kurang menarik dari sisi penampilan juga sesungguhnya dapat tidak baik dari sisi kesehatan. Mengapa demikian?
2. Anak-anak sangatlah menyenangi *snack* atau camilan gurih yang banyak diperjualbelikan. Makanan seperti ini sesungguhnya kurang sehat. Mengapa?
3. Diet makanan tanpa lemak sama sekali tidak dianjurkan, sebab tubuh dapat kekurangan vitamin. Menurutmu, mengapa hal ini dapat terjadi?

Bab 4

Sumber: *www.brighamandwomans.org*

Sistem Pernapasan pada Manusia

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

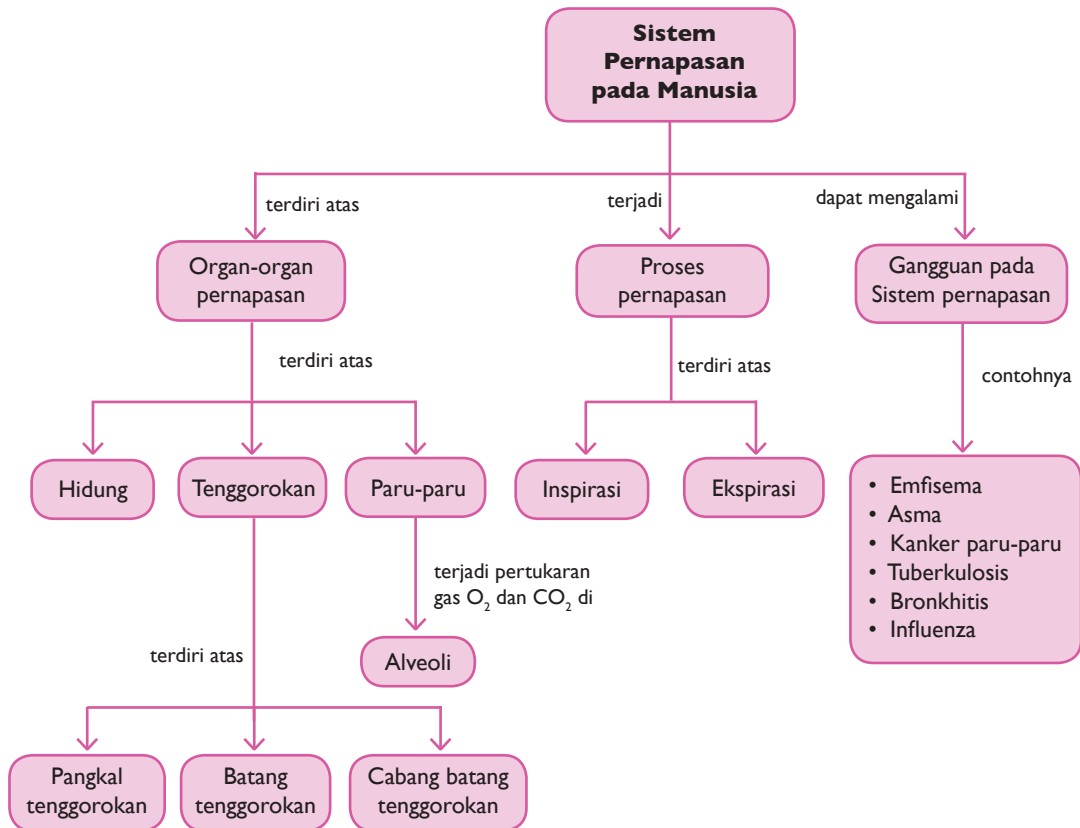
mendeskripsikan sistem pernapasan pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Kamu tentu telah mengetahui bahwa salah satu ciri makhluk hidup adalah bernapas. Tahukah kamu apakah fungsi bernapas? Fungsi bernapas adalah memasukkan oksigen dari udara yang akan digunakan untuk mengoksidasi makanan serta mengeluarkan sisa hasil oksidasi, yaitu karbon dioksida. Proses bernapas disebut juga proses respirasi. Proses bernapas akan berlangsung jika ditunjang oleh alat-alat pernapasan. Untuk itu, kali ini akan dibahas mengenai pernapasan, organ-organ pernapasan, serta beberapa gangguan yang berhubungan dengan sistem pernapasan.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Sistem Pernapasan pada Manusia

- terdiri atas → Organ-organ pernapasan
  - terdiri atas:
    - Hidung
    - Tenggorokan
      - terdiri atas:
        - Pangkal tenggorokan
        - Batang tenggorokan
        - Cabang batang tenggorokan
    - Paru-paru
      - terjadi pertukaran gas O_2 dan CO_2 di → Alveoli
- terjadi → Proses pernapasan
  - terdiri atas:
    - Inspirasi
    - Ekspirasi
- dapat mengalami → Gangguan pada Sistem pernapasan
  - contohnya:
    - Emfisema
    - Asma
    - Kanker paru-paru
    - Tuberkulosis
    - Bronkhitis
    - Influenza

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apa fungsi bernapas?
2. Tuliskan organ-organ pernapasan manusia?
3. Mengapa kamu tidak dapat menahan napas lama?

A. Organ-Organ Pernapasan

Bernapas merupakan proses yang sangat penting bagi manusia. Pada proses ini terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara tubuh dan lingkungan. Sebelum membahas sistem pernapasan lebih jauh, akan dijelaskan dahulu beberapa organ yang berperan dalam sistem pernapasan.

Kamu tentunya telah mengetahui organ apa saja yang berperan dalam proses pernapasan. Bisakah kamu menyebutkannya secara berurutan mulai dari bagian paling luar? Agar kamu lebih paham, pelajarilah uraian berikut.

1. Hidung

Hidung merupakan organ pernapasan yang letaknya paling luar. Manusia menghirup udara melalui hidung. Pada permukaan rongga hidung terdapat rambut-rambut halus dan selaput lendir yang berfungsi menyaring udara yang masuk dari debu atau benda lainnya. Di dalam rongga hidung terjadi penyesuaian suhu dan kelembapan udara sehingga udara yang masuk ke paru-paru tidak terlalu kering ataupun terlalu lembap.

Udara bebas tidak hanya mengandung oksigen saja, namun juga gas-gas yang lain. Misalnya, karbon dioksida (CO_2), belerang (S), dan nitrogen (N_2). Gas-gas tersebut ikut terhirup, namun hanya oksigen saja yang dapat berikatan dengan darah. Selain sebagai organ pernapasan, hidung juga merupakan indra pembau yang sangat sensitif. Dengan kemampuan tersebut, manusia dapat terhindar dari menghirup gas-gas yang beracun atau berbau busuk yang mungkin mengandung bakteri dan bahan penyakit lainnya. Dari rongga hidung, udara selanjutnya akan mengalir ke tenggorokan.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 4.1

Struktur hidung yang merupakan salah satu organ pernapasan.

2. Tenggorokan

Tenggorokan merupakan bagian dari organ pernapasan. Tenggorokan berupa suatu pipa yang dimulai dari pangkal tengorokan (laring), batang tenggorokan (trakea), dan cabang batang tenggorokan (bronkus).

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 4.2

Tenggorokan terdiri atas tiga bagian, yaitu laring, trakea, dan bronkus.

a. Pangkal Tenggorokan (Laring)

Setelah melewati hidung, udara masuk menuju pangkal tenggorokan (*laring*) melalui faring. Faring terletak di hulu tenggorokan dan merupakan persimpangan antara rongga mulut ke kerongkongan dan rongga hidung ke tenggorokan. Setelah melalui laring, udara selanjutnya menuju ke batang tenggorokan (trakea).

Pada batang tenggorokan ini terdapat suatu katup epiglotis. Katup ini bekerja dengan cara membuka jika bernapas atau berbicara dan menutup pada saat menelan makanan. Adanya katup tersebut, udara akan masuk ke paru-paru dan makanan akan menuju lambung. Kita jangan makan sambil berbicara, hal tersebut dapat mengakibatkan makanan masuk ke paru-paru dan tenggorokan. Oleh karenanya, hindarilah makan sambil berbicara.

Pada laring, di bawah epiglotis, terdapat pita suara. Ketika udara melewati pita suara, pita suara akan bergetar dan menghasilkan suara. Hal ini terjadi ketika kamu berbicara.

b. Batang Tenggorokan (Trakea)

Batang tenggorokan tersusun dari cincin-cincin tulang rawan dan terletak di depan kerongkongan. Batang tenggorokan memanjang dari leher ke rongga dada atas. Di dalam rongga dada, batang tenggorokan ini bercabang dua. Setiap cabangnya masuk menuju paru-paru kanan dan paru-paru kiri.

c. Cabang Batang Tenggorokan (Bronkus)

Cabang batang tenggorokan (bronkus) merupakan cabang dari trakea. Bronkus terbagi menjadi dua, yaitu yang menuju paru-paru kanan dan menuju paru-paru kiri. Bronkus bercabang lagi menuju bronkiolus. Masing-masing cabang tersebut berakhir pada gelembung paru-paru atau alveolus. Alveolus merupakan tempat terjadinya difusi oksigen ke dalam darah. Oleh karena itu, dinding alveolus mengandung banyak kapiler darah.

Pembahasan UN

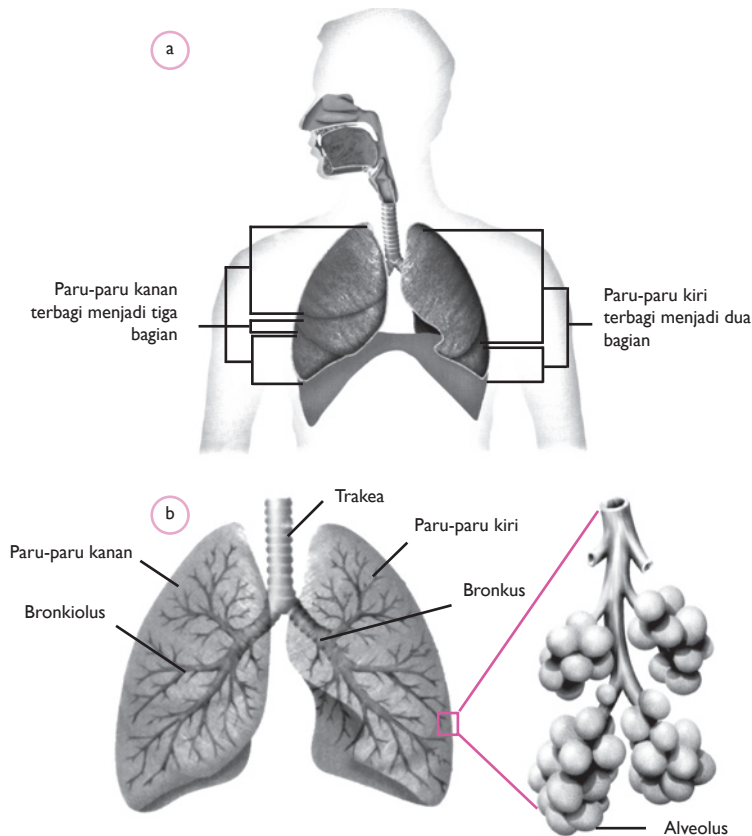
Di bawah ini termasuk alat-alat pernapasan pada tubuh manusia, *kecuali* ....
(US 2007)
a. hidung
b. laring
c. hati
d. paru-paru

Jawaban (C)
Pembahasan: Alat-alat pernapasan manusia adalah hidung, laring, trakea, dan paru-paru.

3. Paru-paru

Tahukah kamu di mana letak paru-paru? Paru-paru terletak di dalam rongga dada. Antara rongga dada dan rongga perut terdapat suatu pembatas yang disebut diafragma. Pembatas ini bukan sekedar pembatas, tetapi berperan juga dalam proses pernapasan.

Paru-paru terbagi menjadi paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Paru-paru pada dasarnya merupakan cabang-cabang suatu saluran yang ujungnya bergelembung. Gelembung-gelembung tersebut disebut alveoli (tunggal: *alveolus*). Dalam alveoli inilah sesungguhnya terjadi pertukaran gas-gas.

Paru-paru kanan terdiri atas tiga belahan sedangkan paru-paru kiri hanya dua belahan. Paru-paru kanan lebih besar dibandingkan yang kiri. Agar lebih jelas, perhatikan olehmu gambar penampang sistem pernapasan manusia berikut ini.

Informasi IPA

Udara dari paru-paru membuat pita suara bergetar. Getaran ini menghasilkan bunyi suara. Bunyi tersebut pelan dan tidak jelas, untuk mengeluarkannya menjadi kata-kata yang jelas, maka digunakanlah lidah, gigi, bibir, dan pipi.

Sumber: *Aku dan Tubuhku*, 2006

Gambar 4.3

Paru-paru merupakan tempat terjadinya pertukaran gas.
(a) Paru-paru kanan terbagi menjadi 3 bagian dan paru-paru kiri menjadi 2 bagian.
(b) Pertukaran gas terjadi di alveoli.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Soal Penguasaan Materi 4.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan organ-organ pernapasan pada manusia.
2. Di organ manakah terjadinya pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida?

Ilmuwan IPA

John Mayow
(1640 – 1679)

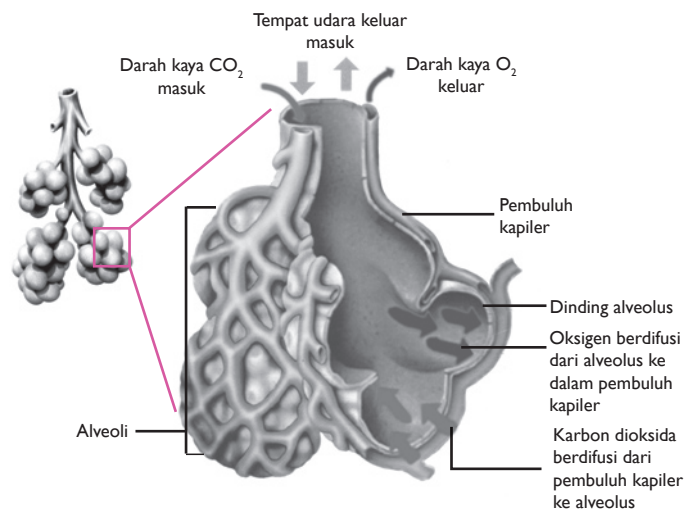
Ia adalah seorang dokter yang membuktikan bahwa otot-otot dada dan diafragma membuat paru-paru merenggang dan mengembang seperti pompa angin, saat memasukkan udara.

Sumber: *en.wikipedia.org*

B. Proses Pernapasan

Bagaimanakah manusia bernapas? Cobalah kamu tarik napas perlahan-lahan dan rasakan apa yang terjadi. Saat kamu bernapas, kamu menghirup udara melalui hidung. Udara yang kamu hirup mengandung oksigen dan juga gas-gas lain. Dari hidung, udara terus masuk ke tenggorokan, kemudian ke dalam paru-paru. Akhirnya, udara akan mengalir sampai ke alveoli yang merupakan ujung dari saluran. Oksigen yang terkandung dalam alveolus bertukar dengan karbon dioksida yang terkandung dalam darah yang ada di pembuluh darah alveolus melalui proses difusi.

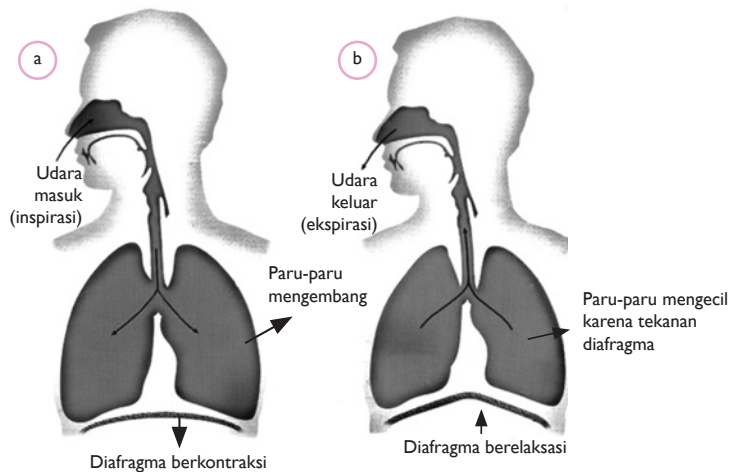
Dalam darah, oksigen diikat oleh hemoglobin. Selanjutnya darah yang telah mengandung oksigen mengalir ke seluruh tubuh. Tahukah kamu untuk apa darah mengalirkan oksigen ke seluruh tubuh? Oksigen diperlukan untuk proses respirasi sel-sel tubuh. Gas karbon dioksida yang dihasilkan selama proses respirasi sel tubuh akan ditukar dengan oksigen. Selanjutnya, darah mengangkut karbon dioksida untuk dikembalikan ke alveolus paru-paru dan akan dikeluarkan ke udara melalui hidung saat kamu mengeluarkan napas.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy,* 1996

Gambar 4.4

Proses pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida melalui difusi di pembuluh kapiler.

Proses pernapasan meliputi dua proses, yaitu menarik napas atau inspirasi serta mengeluarkan napas atau ekspirasi. Sewaktu menarik napas, otot diafragma berkontraksi, dari posisi melengkung ke atas menjadi lurus. Bersamaan dengan itu, otot-otot tulang rusuk pun berkontraksi. Akibat dari berkontraksinya kedua jenis otot tersebut adalah mengembangnya rongga dada sehingga tekanan dalam rongga dada berkurang dan udara masuk.

Saat kamu mengeluarkan napas, otot diafragma dan otot-otot tulang rusuk melemas. Akibatnya, rongga dada mengecil dan tekanan udara di dalam paru-paru naik sehingga udara keluar. Jadi, hal yang perlu kamu ingat, bahwa udara mengalir dari tempat yang bertekanan besar ke tempat yang bertekanan lebih kecil.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy,* 1996

Gambar 4.5

Proses pernapasan.
(a) Udara masuk ke paru-paru dan (b) udara keluar dari paru-paru.

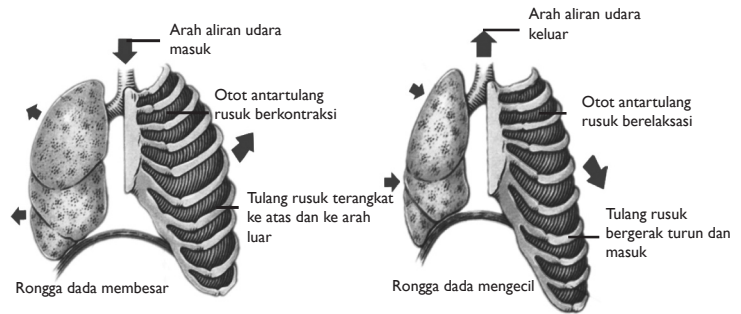
1. Jenis Pernapasan

Berdasarkan organ yang terlibat dalam peristiwa inspirasi dan ekspirasi, orang sering menyebut pernapasan dada dan pernapasan perut. Sebenarnya pernapasan dada dan pernapasan perut terjadi secara bersamaan. Untuk lebih jelasnya perhatikan uraian berikut.

a. Pernapasan Dada

Pernapasan dada terjadi karena otot antartulang rusuk berkontraksi sehingga rusuk terangkat dan akibatnya volume rongga dada membesar. Membesarnya rongga dada ini membuat tekanan dalam rongga dada mengecil dan paru-paru mengembang. Pada saat paru-paru mengembang,

tekanan udara di luar lebih besar daripada di dalam paru-paru, akibatnya udara masuk.

Sebaliknya, saat otot antartulang rusuk berelaksasi, tulang rusuk turun. Akibatnya, volume rongga dada mengecil sehingga tekanan di dalamnya pun naik. Pada keadaan ini paru-paru mengempis sehingga udara keluar.

Gambar 4.6

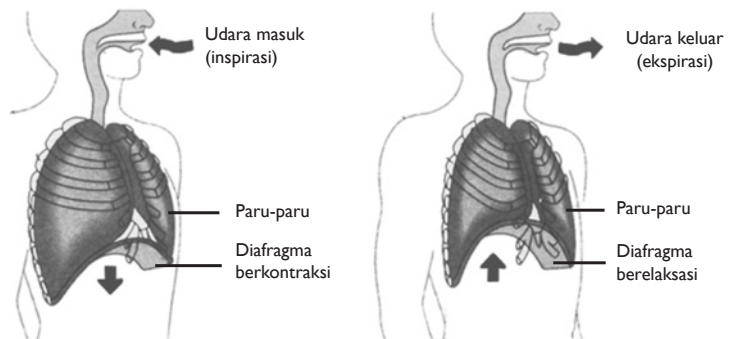
Proses pernapasan dada.

Otot apakah yang terlihat pada pernapasan ini?

Sumber: *Fakta Tubuh*, 1997

b. Pernapasan Perut

Pernapasan ini terjadi karena gerakan diafragma. Jika otot diafragma berkontraksi, rongga dada akan membesar dan paru-paru mengembang. Akibatnya, udara akan masuk ke dalam paru-paru.

Saat otot diafragma relaksasi, diafragma kembali ke keadaan semula. Saat itu, rongga dada akan menyempit, mendorong paru-paru sehingga mengempis. Selanjutnya, udara dari paru-paru akan keluar.

Gambar 4.7

Proses pernapasan perut.

Apa yang terjadi pada otot diafragma saat udara masuk ke dalam paru-paru?

Sumber: *Biology*, 1987

2. Kapasitas Paru-paru

Udara yang masuk dan keluar saat berlangsungnya proses pernapasan biasa dinamakan udara pernapasan atau volume udara tidal. Volume udara tidal orang dewasa pada pernapasan biasa kira-kira 500 mL.

Jika kamu menarik napas dalam-dalam maka volume udara yang dapat kita tarik mencapai 1500 mL. Udara ini dinamakan udara komplementer. Jika kamu mengembuskan napas sekuat-kuatnya, volume udara yang dapat diembuskan juga sekitar 1500 mL. Udara ini dinamakan udara suplementer.

Meskipun kamu telah mengeluarkan napas sekuat-kuatnya, tetapi masih ada sisa udara dalam paru-paru yang volumenya kira-kira 1500 mL. Udara sisa ini dinamakan udara residu. Sekarang, kamu dapat menghitung kapasitas vital paru-paru. Kapasitas vital paru-paru adalah jumlah dari volume udara tidal, volume udara komplementer, dan volume udara suplementer. Selain itu, kamu juga dapat menghitung kapasitas total paru-paru yang merupakan jumlah dari kapasitas vital paru-paru dan udara residu.

Ayo Coba 4.1

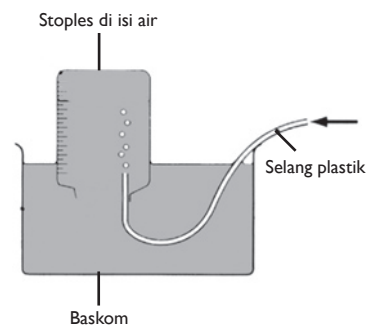
Tujuan

Mengukur volume udara pernapasan

Alat dan bahan

Stoples yang telah diberi skala, baskom, dan selang palstik

Cara kerja

1. Bacalah cara kerja berikut dan bagilah bersama teman-teman sekelompokmu. Rangkailah alat dan bahan seperti pada gambar.
2. Isilah baskom dengan air sampai kurang lebih tiga perempat bagian penuh.
3. Isi stoples dengan air hingga penuh dan tutup.
4. Simpan stoples dalam keadaan terbalik di air dalam baskom.
5. Buka tutup stoples dengan hati-hati dan usahakan jangan ada udara yang masuk ke dalam stoples.
6. Masukkan salah satu ujung selang air ke dalam stoples. Kini kamu telah siap melakukan percobaan sederhana untuk mengukur volume udara pernapasanmu.
7. Tarik napas dan tiupkan dalam selang secara biasa (itulah udara pernapasan tidal). Tutup kembali stoples.
8. Angkat dari baskom dan tegakkan. Isikan stoples dengan air hingga penuh menggunakan gelas ukur. Catat volume air yang ditambahkan. Volume air yang ditambahkan setara volume pernapasan.
9. Ulangi langkah 2 – 6. Tariklah napas sekuat mungkin, kemudian tiup sekuatnya. Lihat beberapa volumenya pada stoples dengan mengulangi langkah 8.

Gambar 4.8

Gambar alat untuk mengukur volume udara pernapasan.

10. Cobalah lakukan hal ini dengan teman-temanmu yang lain dan catat hasilnya seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel Hasil Pengamatan

No	Nama	Jenis Kelamin	Meniup Biasa (Volume Tidal)	Meniup Sekuat Tenaga (Kapasitas Vital)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Pertanyaan

1. Adakah perbedaan volume udara pernapasan di antara kamu dan teman-temanmu?
2. Bagaimanakah kapasitas vital paru-parumu dan temanmu, adakah perbedaan?
3. Apakah menurutmu kebiasaan berolah raga berpengaruh terhadap kapasitas vital paru-paru seseorang?

Selain menghirup udara melalui hidung, kamu juga dapat menghirup udara melalui mulut. Menurutmu, manakah cara yang lebih baik? Bernapas dengan hidung tentu lebih sehat dibandingkan menggunakan mulut. Udara yang masuk melalui hidung, disaring terlebih dahulu oleh rambut-rambut yang terdapat di dalam hidung sehingga udara tersebut lebih bersih. Kamu ingat bahwa dalam rongga hidung terdapat rambut-rambut dan selaput lendir untuk menyaring udara yang masuk.

Soal Penguasaan Materi 4.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan proses inspirasi dan ekspirasi pernapasan pada manusia.
2. Jelaskan proses pernapasan dada dan pernapasan perut.

C. Gangguan pada Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan manusia yang terdiri atas beberapa organ dapat mengalami gangguan. Gangguan ini biasanya berupa kelainan atau penyakit. Penyakit atau kelainan yang menyerang sistem pernapasan ini dapat menyebabkan terganggunya proses pernapasan.

Berikut adalah beberapa contoh gangguan pada sistem pernapasan manusia.

1. Emfisema, merupakan penyakit pada paru-paru. Paru-paru mengalami pembengkakan karena pembuluh darahnya kemasukan udara.
2. Asma, merupakan kelainan penyumbatan saluran pernapasan yang disebabkan oleh alergi, seperti debu, bulu, ataupun rambut. Kelainan ini dapat diturunkan. Kelainan ini juga dapat kambuh jika suhu lingkungan cukup rendah atau keadaan dingin.
3. Kanker paru-paru. Penyakit ini merupakan salah satu yang paling berbahaya. Sel-sel kanker pada paru-paru terus tumbuh tidak terkendali. Penyakit ini lama-kelamaan dapat menyerang seluruh tubuh. Salah satu pemicu kanker paru-paru adalah kebiasaan merokok. Merokok dapat memicu terjadinya kanker paru-paru dan kerusakan paru-paru.
4. Tuberkulosis (TBC), merupakan penyakit paru-paru yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri tersebut menimbulkan bintil-bintil pada dinding alveolus. Jika penyakit ini menyerang dan dibiarkan semakin luas, dapat menyebabkan sel-sel paru-paru mati. Akibatnya paru-paru akan kuncup atau mengecil. Hal tersebut menyebabkan para penderita TBC napasnya sering terengah-engah.
5. Bronkhitis, merupakan gangguan pada cabang batang tenggorokan akibat infeksi. Gejalanya adalah penderita mengalami demam dan menghasilkan lendir yang menyumbat batang tenggorokan. Akibatnya penderita mengalami sesak napas.
6. Influenza (flu), merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus influenza. Penyakit ini timbul dengan gejala bersin-bersin, demam, dan pilek.

Sumber: *Biologi*, 1995

Gambar 4.9

(a) Paru-paru yang sehat dan (b) paru-paru perokok yang mengalami gangguan dan terkena kanker.

Soal Penguasaan Materi 4.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mengapa sistem pernapasan dapat mengalami gangguan? Jelaskan.
2. Tuliskan contoh-contoh gangguan yang terjadi pada sistem pernapasan kita.

Rangkuman

- Manusia perlu bernapas untuk mengambil oksigen dan membuang karbon dioksida. Oksigen diperlukan dalam proses pembentukan energi. Karbon dioksida yang merupakan hasil dari pembakaran zat makanan perlu dikeluarkan karena dapat menjadi racun bagi tubuh.
- Pernapasan pada manusia memerlukan sejumlah organ pernapasan, yaitu hidung, tenggorokan, dan paru-paru. Pertukaran gas-gas terjadi di paru-paru, tepatnya di alveoli.
- Paru-paru merupakan organ yang pasif, proses menghirup napas dan mengeluarkan napas sesungguhnya dikontrol oleh gerakan otot antartulang dada (pernapasan dada) dan pergerakan diafragma (pernapasan perut). Pernapasan dada dan pernapasan perut hanyalah istilah saja, karena sesungguhnya keduanya berlangsung bersamaan.

Refleksi

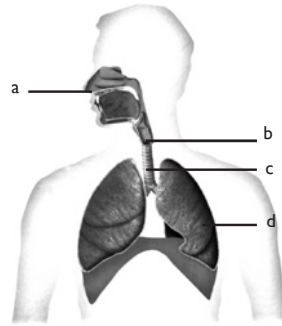
Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem Pernapasan pada Manusia. Pada bab ini banyak informasi yang dapat diambil oleh kita. Selain itu, manfaat yang kita dapatkan pun dapat menambah pengetahuan. Misalnya, kita mengetahui proses inspirasi dan ekspirasi pada saat proses pernapasan. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat yang lainnya?

Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagaimana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Urutan organ pernapasan yang benar dari luar ke dalam adalah ....
   a. mulut, tenggorokan, paru-paru
   b. hidung, kerongkongan, paru-paru
   c. hidung, tenggorokan, paru-paru
   d. mulut, kerongkongan, paru-paru
2. Udara yang masuk lewat hidung menjadi bersih karena ....
   a. udara yang masuk bukan udara busuk
   b. udara masuk lewat organ yang normal
   c. udara bereaksi dulu dengan lendir di hidung
   d. udara disaring oleh rambut dan selaput lendir hidung
3. Pertukaran oksigen dan karbon dioksida terjadi melalui proses difusi. Jadi dalam hal ini difusi adalah proses pertukaran zat yang berwujud ....
   a. cair
   b. padat
   c. uap
   d. gas
4. Udara yang bisa didapat saat kita menghembuskan napas sekuat-kuatnya dinamakan udara ....
   a. komplementer
   b. tidal
   c. suplementer
   d. residu
5. Fungsi proses pernapasan bagi tubuh adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
   a. memasukkan oksigen
   b. menghasilkan energi untuk proses oksidasi makanan
   c. mengeluarkan sisa oksidasi yaitu karbon dioksida
   d. merawat alat peredaran darah
6. Tenggorokan terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu ....
   a. pangkal, batang, dan cabang tenggorokan
   b. akar, batang, dan cabang tenggorokan
   c. pangkal, batang, dan ranting tenggorokan
   d. akar, cabang, dan ranting tenggorokan
7. Perhatikan gambar berikut.

   Tempat terjadinya pertukaran oksigen dan karbon dioksida adalah ....
   a. a
   b. b
   c. c
   d. d
8. Proses inspirasi mengakibatkan ....
   a. otot diafragma berkontraksi
   b. tekanan dalam rongga dada bertambah
   c. otot-otot tulang rusuk melemas
   d. rongga dada mengecil
9. Jika volume udara tidal 500 mL, udara suplementer 1500 mL, udara komplementer 1500 mL, dan udara residu 1500 mL, kapasitas vital paru-parunya adalah ....
   a. 3000 mL
   b. 3500 mL
   c. 4500 mL
   d. 5000 mL

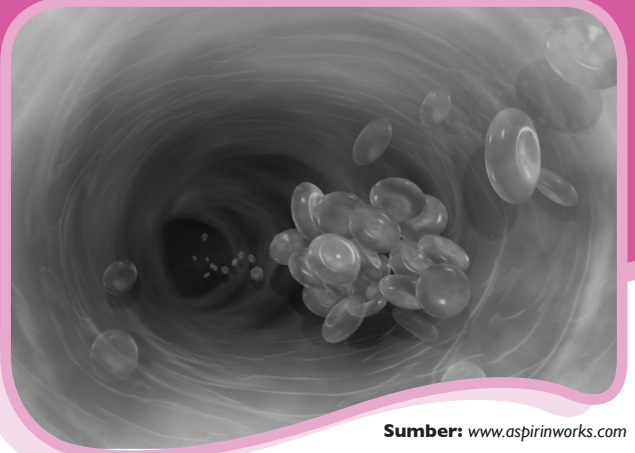
10. Jika darah kekurangan hemoglobin maka mengakibatkan ....
    a. tubuh akan kekurangan darah
    b. peredaran darah terganggu
    c. oksigen tidak bisa ditukar dengan karbon dioksida
    d. darah akan kekurangan oksigen
11. Diafragma adalah sekat yang membatasi ....
    a. rongga dada dan rongga perut
    b. paru-paru dan jantung
    c. paru-paru dan rongga perut
    d. trakea dan laring
12. Pertukaran gas sewaktu bernapas terjadi pada ....
    a. trakea
    b. laring
    c. alveolus
    d. bronkiolus
13. Pada percabangan antara kerongkongan dan tenggorokan terdapat epiglotis yang berfungsi sebagai ....
    a. katup udara
    b. membantu pencernaan
    c. katup penutup rongga hidung
    d. mengatur suara agar nyaring
14. Alat-alat yang tercantum di bawah ini adalah alat pernapasan, *kecuali* ....
    a. hidung
    b. tenggorokan
    c. kerongkongan
    d. paru-paru
15. Meskipun kamu menghembuskan nafas kuat-kuat, udara di dalam paru-paru masih tetap ada. Volume udara ini disebut ....
    a. udara komplementer
    b. kapasitas vital
    c. kapasitas total
    d. udara residu

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Apakah yang dimaksud dengan pernapasan?
2. Jelaskan olehmu, mengapa udara yang masuk ke dalam hidung, udaranya dapat bersih dari debu?
3. Pernapasan dada dan pernapasan perut terjadi secara bersamaan. Apakah yang membedakannya?
4. Apakah yang dimaksud dengan inspirasi dan ekspirasi?
5. Tuliskan contoh-contoh gangguan yang terjadi pada sistem pernapasan kita.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Selain oksigen, di dalam udara juga terdapat gas-gas yang lain. Apakah yang terjadi dengan gas-gas tersebut pada saat kita menghirup napas?
2. Mengapa pada saat menderita flu, napas terasa sesak dan tidak nafsu makan?

Bab 5

Sumber: *www.aspirinworks.com*

Sistem Peredaran Darah pada Manusia

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

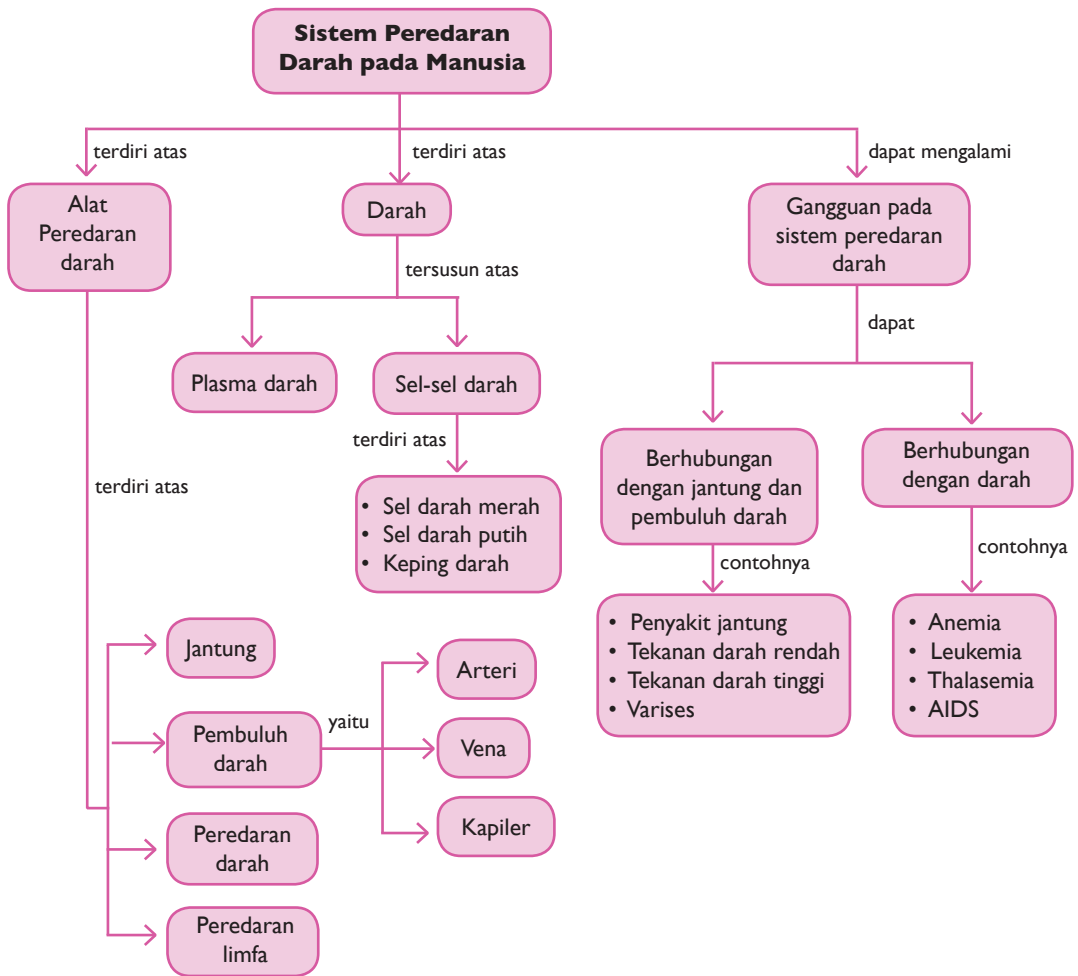
mendeskripsikan sistem peredaran darah pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Pada bab terdahulu, saat kamu belajar mengenai sistem pencernaan dan sistem pernapasan, secara singkat telah disebutkan bahwa makanan yang diserap oleh usus dan gas-gas pernapasan diangkut atau ditransportasikan oleh darah. Bagaimanakah darah dapat melakukan hal-hal tersebut? Mengapa darah berwarna merah? Dalam bab ini kamu akan belajar lebih dalam lagi mengenai sistem peredaran darah pada manusia yang meliputi komposisi darah, penggolongan darah, alat-alat peredaran darah, dan gangguan atau penyakit yang berhubungan dengan sistem peredaran darah. Oleh karena itu, pelajari bab ini dengan baik.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Sistem Peredaran Darah pada Manusia

- terdiri atas → Alat Peredaran darah
  - terdiri atas
    - Jantung
    - Pembuluh darah
      - yaitu
        - Arteri
        - Vena
        - Kapiler
    - Peredaran darah
    - Peredaran limfa
- terdiri atas → Darah
  - tersusun atas
    - Plasma darah
    - Sel-sel darah
      - terdiri atas
        - Sel darah merah
        - Sel darah putih
        - Keping darah
- dapat mengalami → Gangguan pada sistem peredaran darah
  - dapat
    - Berhubungan dengan jantung dan pembuluh darah
      - contohnya
        - Penyakit jantung
        - Tekanan darah rendah
        - Tekanan darah tinggi
        - Varises
    - Berhubungan dengan darah
      - contohnya
        - Anemia
        - Leukemia
        - Thalasemia
        - AIDS

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Jika kamu terjatuh dan terluka, cairan apa yang keluar dari luka tersebut?
2. Bagaimana luka tersebut dapat sembuh?
3. Apa fungsi darah dalam tubuh?

A. Darah

Darah merupakan alat transportasi atau alat pengangkutan yang paling utama dalam tubuh kita. Masih ingatkah kamu apa saja fungsi darah? Ada beberapa fungsi penting darah bagi tubuh, yaitu sebagai berikut.

1. Mengangkut sari-sari makanan dari usus dan mengedarkannya ke seluruh tubuh.
2. Mengangkut oksigen dari paru-paru serta mengedarkannya ke seluruh tubuh dan juga mengambil karbon dioksida dari seluruh tubuh untuk dibawa ke paru-paru.
3. Mengangkut hormon dari pusat produksi hormon ke tempat tujuannya di dalam tubuh.
4. Mengangkut sisa-sisa metabolisme sel untuk dibuang di ginjal.
5. Menjaga kestabilan suhu tubuh. Suhu tubuh manusia tetap, yaitu berkisar antara 36°C sampai 37°C. Suhu tubuh manusia tidak dipengaruhi oleh lingkungan. Darah mampu menjaga suhu tubuh tetap stabil. Caranya, darah melakukan penyebaran energi panas dalam tubuh secara merata.
6. Membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh.

1. Komposisi Darah

Bagaimana darah bisa melakukan fungsi-fungsi tersebut? Darah memiliki komposisi yang terdiri atas sekitar 55% cairan darah (plasma) dan 45% sel-sel darah. Terdapat tiga macam sel darah, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit).

a. Plasma Darah

Sekitar 91% plasma darah terdiri atas air. Selebihnya adalah zat terlarut yang terdiri dari protein plasma (albumin, protrombin, fibrinogen, dan antibodi), garam mineral, dan zat-zat yang diangkut darah (zat makanan, sisa metabolisme,

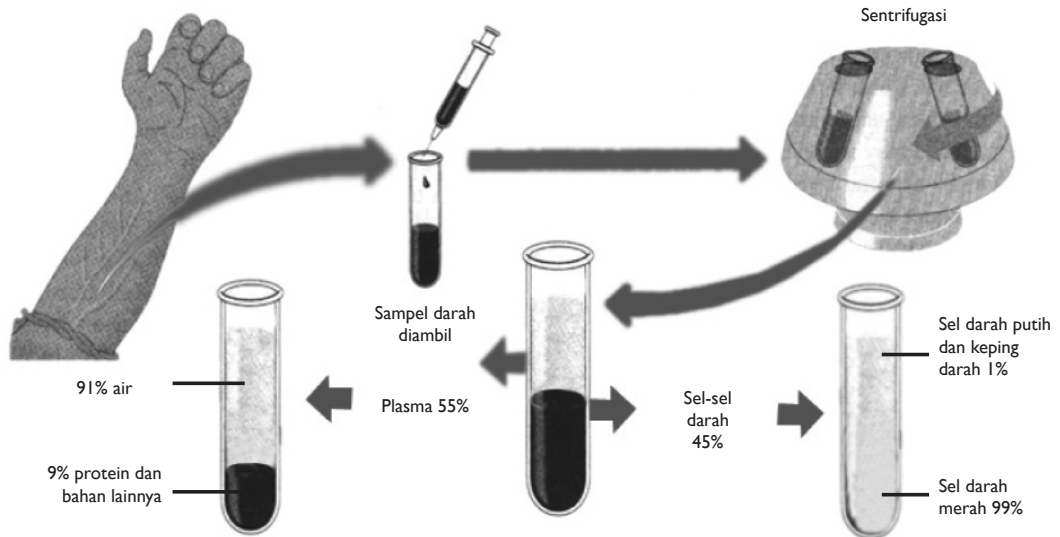
Pembahasan UN

Jumlah sel darah merah orang yang tinggal di pegunungan lebih banyak dari pada orang yang tinggal di pantai. Hal ini bertujuan ....
(**Ebtanas 2001**)

a. mengikat oksigen lebih banyak
b. menaikan suhu tubuh
c. memperlancar sirkulasi darah
d. mengikat karbondioksida lebih banyak

Jawaban (a)

Pembahasan: Pada dataran tinggi, tekanan udara rendah, begitu juga kadar oksigen. Untuk mengimbanginya, tubuh membentuk sel darah merah lebih banyak agar dapat mengikat oksigen lebih banyak.

gas-gas, dan hormon). Fibrinogen yang ada dalam plasma darah merupakan bahan penting untuk pembekuan darah jika terjadi luka. Proses pembekuan darah ini akan dijelaskan pada bahasan selanjutnya.

Sumber: *Biology*, 1996

Gambar 5.1

Kita dapat mengetahui komposisi penyusun darah melalui proses sentrifugasi.

b. Sel-Sel Darah

Sel-sel darah pada manusia, terdiri atas sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Dalam sel-sel darah, kandungan sel darah putih dan keping darah sebanyak 1%, sedangkan sel darah merah sebanyak 99%.

1) Sel darah merah (eritrosit)

Pernahkah kamu melihat darah? Darah berwarna merah. Tahukah kamu mengapa darah berwarna merah? Darah berwarna merah karena adanya sel-sel darah merah. Sel darah merah berbentuk bulat gepeng yang kedua permukaannya cekung (Perhatikanlah Gambar 5.2).

Sumber: *The Unity and Diversity of Life*, 1995

Gambar 5.2

Bentuk dari sel darah merah

Sel darah merah tidak memiliki inti sel dan mengandung hemoglobin. Kamu masih ingat apa itu hemoglobin? Hemoglobin (Hb) merupakan protein yang mengandung zat besi. Fungsi hemoglobin adalah untuk mengikat oksigen dan karbon dioksida dalam darah. Hemoglobin berwarna merah, karena itu sel darah merah berwarna merah.

Jumlah sel darah merah yang normal kurang lebih adalah 5 juta sel/mm^3 darah. Sel darah merah dibentuk pada tulang pipih di sumsum tulang dan dapat hidup hingga 120 hari.

Jika sel darah merah rusak atau sudah tua maka sel ini akan dirombak dalam limfa. Hemoglobin dari sel darah merah yang dirombak akan terlepas dan dibawa ke dalam hati untuk dijadikan zat warna empedu. Sel darah merah baru akan dibentuk kembali dengan bahan zat besi yang berasal dari hemoglobin yang terlepas tadi.

2) Sel darah putih (leukosit)

Sel darah putih sesungguhnya tidaklah berwarna putih, tetapi jernih. Disebut sel darah putih untuk membedakannya dari sel darah merah yang berwarna merah. Sel darah putih bentuknya tidak teratur atau tidak tetap. Tidak seperti sel darah merah yang selalu berada di dalam pembuluh darah, sel darah putih dapat keluar dari pembuluh darah. Kemampuan untuk bergerak bebas diperlukan sel darah putih agar dapat menjalankan fungsinya untuk menjaga tubuh.

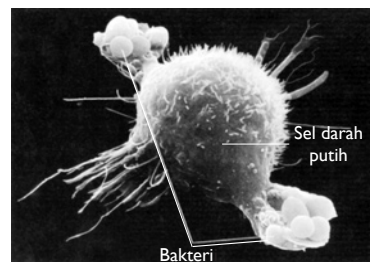
Sel darah putih memiliki inti sel tetapi tidak berwarna atau tidak memiliki pigmen. Berdasarkan zat warna yang diserapnya dan bentuk intinya sel darah putih dibagi menjadi lima jenis, yaitu basofil, neutrofil, monosit, eosinofil, dan limfosit.

Secara normal jumlah sel darah putih pada tubuh kita adalah kurang lebih 8.000 pada tiap 1 mm^3 darah. Sel darah putih hanya hidup sekitar 12 – 13 hari. Fungsi sel darah putih sebagai pertahanan tubuh dari serangan penyakit.

Jika tubuhmu terluka dan ada kuman yang masuk, sel-sel darah putih akan menyerang atau memakan kuman-kuman tersebut. Ibarat sebuah negara, sel darah putih adalah pasukan tempur. Jika seseorang diserang penyakit. Tubuh akan memproduksi lebih banyak sel-sel darah putih untuk melawan bibit penyakit tersebut. Perhatikan Gambar 5.4.

Sumber: *Biological Science*, 1986

Gambar 5.3

Sel-sel darah putih terdiri atas basofil, neutrofil, monosit, eosinofil, dan limfosit.

Sumber: *Biology: Concepts and Connections*, 2006

Gambar 5.4

Sel darah putih memakan bakteri yang menyerang tubuh.

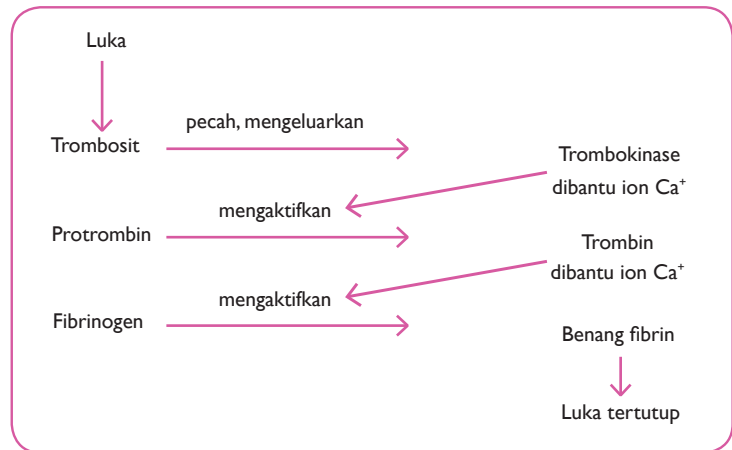
3) Keping darah (trombosit)

Keping darah berbentuk bulat atau lonjong. Ukuran keping darah lebih kecil daripada sel darah merah. Jumlahnya kurang lebih 300.000 pada tiap 1 mm^3 darah. Keping darah hidupnya singkat, hanya 8 hari. Keping darah berfungsi pada proses pembekuan darah.

Saat terjadi luka, darah keluar melalui luka tersebut. Keping darah menyentuh permukaan luka, lalu pecah dan mengeluarkan *trombokinase*. Masih ingatkah kamu tentang plasma darah yang mengandung zat untuk proses pembekuan darah, yaitu *protrombin* dan *fibrinogen*? Trombokinase dibantu dengan ion kalsium akan mengubah *protrombin* menjadi *trombin*. *Trombin* diperlukan untuk

mengubah fibrinogen menjadi benang-benang fibrin. Luka akan ditutup oleh benang fibrin yang berupa benang-benang halus, sehingga darah berhenti keluar.

Gambar 5.5

Skema pembentukan benang fibrin saat penutupan luka.

2. Golongan Darah

Pernahkah kamu mendengar tentang golongan darah? Tahukah kamu golongan darah apa yang kamu miliki? Apabila kamu belum mengetahui golongan darahmu kamu bisa ke dokter untuk memeriksakan golongan darahmu. Salah satu sistem penggolongan darah yang banyak digunakan adalah sistem ABO. Berdasarkan sistem ini darah dikelompokkan menjadi 4 golongan darah, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O.

Dasar penggolongan darah sistem ABO adalah keberadaan aglutinogen pada permukaan sel darah merah. Darah yang sel darah merahnya mengandung aglutinogen A disebut bergolongan darah A; darah yang sel darah merahnya mengandung aglutinogen B disebut bergolongan darah B; darah yang sel darah merahnya mengandung aglutinogen A dan aglutinogen B disebut bergologan darah AB; dan darah yang sel darah merahnya tidak mengandung aglutinogen A maupun aglutinogen B disebut bergolongan darah O.

Golongan darah sangat penting untuk transfusi darah. Jika seseorang mendapatkan transfusi darah yang golongan darahnya berbeda hal ini bisa menimbulkan bahaya. Sebab hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya pembekuan atau penggumpalan darah. Golongan darah AB merupakan golongan darah yang dapat menerima transfusi dari golongan darah lain. Oleh karena itu, golongan darah AB disebut dengan resipien universal (penerima). Sebaliknya golongan darah O

dapat menjadi donor (pemberi) untuk semua golongan darah atau golongan darah O disebut sebagai donor universal. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel berikut.

Tabel 5.1 Transfusi Darah pada Manusia

Golongan Darah Resipien \ Transfusi	Golongan Darah Donor			
	A	**B**	**AB**	**O**
A	√	-	-	√
B	-	√	-	√
AB	√	√	√	√
O	-	-	-	√

Keterangan: √ : dapat dilakukan transfusi dan darah tidak menggumpal
– : tidak dapat dilakukan transfusi dan darah menggumpal

Tugas 5.1

Tahukah kamu golongan darahmu? Buatlah daftar golongan darah siswa-siswi yang ada di kelasmu.

a. Bagaimanakah golongan darah teman-teman kamu?
b. Tanyakan golongan darah orang tua dan saudara-saudaramu. Golongan darah apakah yang paling banyak dimiliki anggota keluargamu?
c. Adakah hubungan keturunan dan golongan darah?

Soal Penguasaan Materi 5.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah fungsi darah bagi kita?
2. Tuliskan komposisi penyusun darah.

B. Alat Peredaran Darah

Darah tidak dapat mengalir dengan sendirinya. Darah dapat mengalir di dalam tubuh karena ada mesin pemompanya, yaitu jantung. Di dalam tubuh, darah senantiasa berada di dalam pembuluh-pembuluh darah, baik itu pembuluh yang besar maupun pembuluh yang kecil.

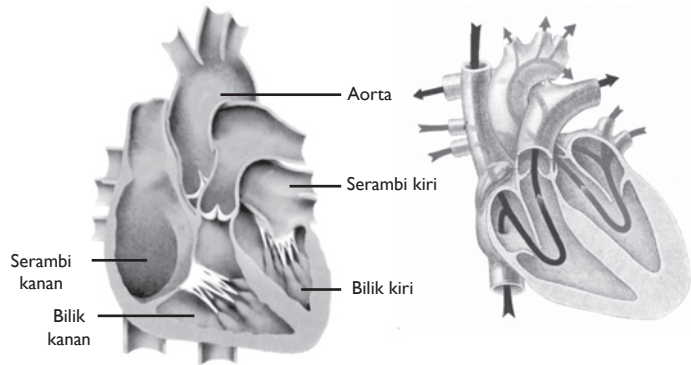
1. Jantung

Jantung terletak dalam rongga dada agak sebelah kiri, di antara paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Massanya kurang lebih 300 gram, besarnya sebesar kepalan tangan. Jantung memiliki fungsi untuk memompa darah. Dengan adanya jantung, darah dapat dialirkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah.

Jantung manusia terbagi atas empat ruangan, yaitu serambi kanan dan serambi kiri serta bilik kiri dan bilik kanan. Bagian bilik (ventrikel) jantung berdinding lebih tebal dibandingkan serambi (atrium) jantung. Hal ini berhubungan dengan fungsinya untuk memompakan darah ke seluruh tubuh sehingga harus lebih kuat. Adapun dinding bilik kanan lebih tipis karena fungsinya hanya memompakan darah ke paru-paru.

Hal Penting
Key Point

Atrium adalah ruang jantung yang menerima darah dari pembuluh balik (vena) pada vertebrata.

Atrium is the heart chamber that receives blood from veins in vertebrates.

Gambar 5.6

Jantung manusia terbagi menjadi empat ruang, yaitu serambi kanan, bilik kanan, serambi kiri, dan bilik kiri.

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Masih ingatkah kamu pelajaran pada Bab 2 tentang otot jantung? Penampakan otot jantung mirip dengan otot rangka sebab ada bagian yang gelap dan terang. Akan tetapi, otot jantung bekerja seperti otot polos. Jantung berdenyut secara ritmik dengan kekuatan yang sama. Berbeda dengan otot rangka yang kekuatan kontraksinya dipengaruhi oleh kekuatan rangsangan. Otot-otot jantung berkontraksi dengan kekuatan yang relatif stabil. Jika kamu panik atau melakukan kerja keras maka jantung akan berdetak lebih cepat sehingga darah yang dipompa juga lebih banyak.

Pernahkah kamu pergi ke dokter? Pada saat kamu pergi ke dokter, dokter biasanya akan mengukur tekanan darah dengan menggunakan alat yang disebut tensimeter (*sphygmomanometer*). Jika di sekolahmu terdapat alat ini, kamu dapat melakukan pengukuran tekanan darah. Tekanan darah seseorang biasanya dinyatakan dengan dua angka, misalnya 120/80 mmHg. Tahukah kamu apa arti angka tersebut?

Sumber: *Biology for You*, 2002

Gambar 5.7

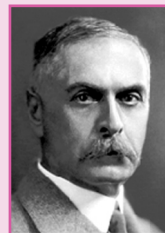
Tensimeter digunakan untuk mengetahui tekanan darah kita.

Angka yang pertama (120) menunjukkan tekanan jantung pada saat jantung sedang berkontraksi untuk memompa darah atau disebut tekanan sistol. Tekanan jantung memang cukup kuat sehingga bisa diukur pada pembuluh nadi yang ada di lengan. Angka yang dibawah (80) menunjukkan tekanan jantung pada saat jantung sedang berelaksasi (beristirahat) atau disebut tekanan diastol. Tekanan darah seseorang bisa berubah, baik naik maupun turun, karena hal-hal tertentu misalnya usia, makanan, berat badan, dan penyakit. Pernahkah kamu mendengar orang yang menderita tekanan darah tinggi atau tekanan darah rendah?

2. Pembuluh Darah

Berdasarkan aliran darahnya, pembuluh darah dibedakan menjadi dua macam, yaitu pembuluh nadi atau arteri (pembuluh darah yang mengalirkan darah dari jantung) dan pembuluh balik atau vena (pembuluh darah yang mengalirkan darah menuju jantung). Baik pembuluh nadi maupun pembuluh balik masing-masing memiliki cabang terkecil yang disebut dengan pembuluh kapiler.

Dinding pembuluh nadi lebih tebal, kuat, dan elastis dibandingkan dinding pembuluh balik. Pembuluh nadi harus kuat karena harus menahan tekanan darah yang dipompa oleh jantung. Saat jantung berdenyut, maka pembuluh nadi pun ikut berdenyut akibat tekanan darah yang terpompa. Jika kamu meraba pembuluh nadi, kamu dapat merasakan denyut nadi tersebut. Salah satu tempat yang denyutnya dapat kamu rasakan dengan mudah adalah pembuluh nadi yang berada di dekat pergelangan tangan, di dekat tulang yang lurus dengan ibu jari. Untuk mengetahui jumlah denyut nadimu, lakukanlah kegiatan pada Ayo Coba 5.1 berikut dengan teman-teman satu kelompokmu.

Ilmuwan IPA

Karl Landsteiner
(1868 – 1943)

Karl Landsteiner adalah seorang ilmuwan dari Austria. Beliau menemukan bahwa darah manusia terbagi dalam empat kelompok. Empat kelompok tersebut adalah golongan darah A, B, AB, dan O.

Sumber: *id.wikipedia.org*

Tujuan

Menghitung jumlah denyut nadi tiap menit

Alat dan bahan

Stopwatch atau arloji

Cara kerja

1. Buatlah beberapa kelompok di kelasmu. Setiap kelompok terdiri atas 5 orang atau 10 orang. Usahakan bercampur antara laki-laki dan perempuan.
2. Hitunglah jumlah denyut nadi per menit dengan cara menempelkan jari telunjuk dan jari tengah pada pergelangan tangan bagian dalam sehingga terasa adanya denyut nadi (perhatikan gambar disamping).
3. Mintalah setiap orang beraktivitas lari selama satu menit. Hitunglah kembali jumlah denyut nadi per menit.
4. Bandingkan hasil pengamatanmu dengan kelompok lainnya. Masukkan data hasil pengamatanmu seperti tabel di bawah ini.

Gambar 5.8

Denyut nadi yang terletak di lengan.

Tabel Hasil Pengamatan

No	Nama Siswa	Laki-laki atau Perempuan	Jumlah Denyut Nadi/Menit	
			Sebelum Lari	Setelah Lari
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Pertanyaan

1. Apakah terdapat perbedaan jumlah denyut nadi sebelum berlari dan setelah berlari? Jika terdapat perbedaan, mengapa hal tersebut dapat terjadi?
2. Apakah terdapat perbedaan jumlah denyut nadi per menit antara laki-laki dan perempuan?
3. Apakah setiap kelompok memiliki jumlah denyut nadi yang berbeda?
4. Kesimpulan apakah yang dapat diambil dari kegiatan ini?

Dari seluruh tubuh darah kembali ke jantung melalui pembuluh balik (vena). Dinding pembuluh balik lebih tipis dibandingkan dinding pembuluh nadi. Pembuluh balik besar ada dua macam, yaitu pembuluh balik besar atas (untuk mengembalikan darah dari kepala dan tangan dan pembuluh balik besar bawah untuk mengembalikan darah

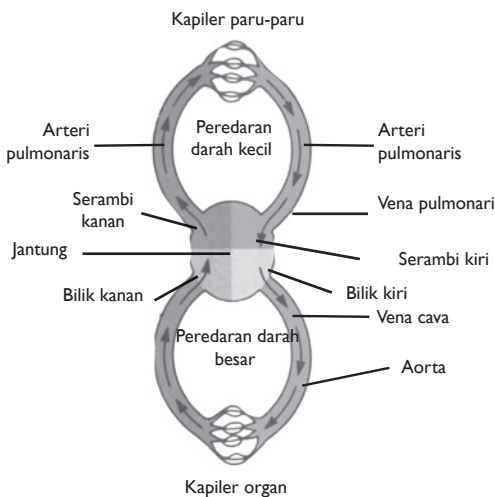
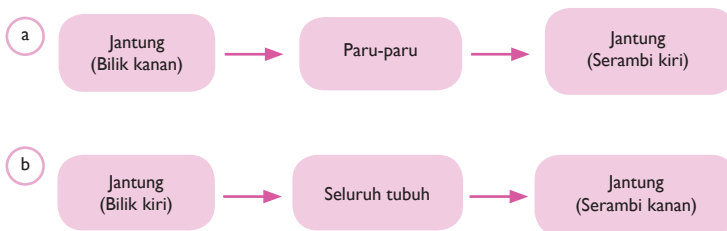
dari kaki dan badan). Pembuluh nadi dan pembuluh balik bercabang-cabang beberapa kali hingga pembuluh kapiler yang ukurannya sangat kecil. Pembuluh kapiler hanya dapat dilalui oleh satu butir sel darah merah saja.

3. Peredaran Darah

Sistem peredaran darah pada manusia dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu peredaran darah paru-paru (peredaran darah kecil) dan peredaran darah sistemik (peredaran darah besar). Karena dua sistem peredaran darah ini, sistem peredaran darah pada manusia disebut sistem peredaran darah ganda.

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 5.9

Skema peredaran darah pada manusia, yaitu
(a) peredaran darah paru-paru atau peredaran darah kecil dan
(b) peredaran darah sistemik atau disebut juga peredaran darah besar.

Peredaran darah kecil merupakan peredaran darah dari bilik kanan jantung menuju paru-paru dan akhirnya kembali lagi ke jantung pada serambi kiri. Pada peredaran darah kecil inilah darah melakukan pertukaran gas di paru-paru. Darah melepaskan karbon dioksida dan mengambil oksigen dari alveoli paru-paru. Oleh karena itu, darah yang berasal dari paru-paru ini banyak mengandung oksigen.

Darah yang banyak mengandung zat sisa metabolisme dan karbon dioksida kembali ke serambi kanan jantung

Pembahasan UN

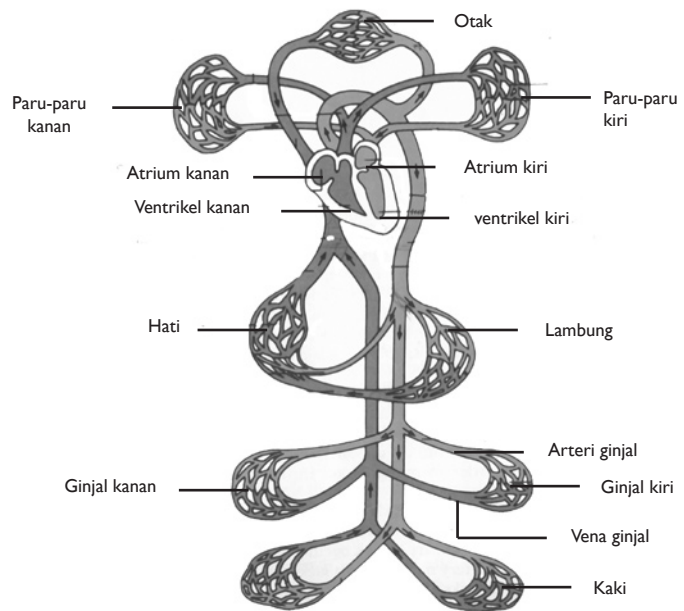
Peredaran darah dari jantung menuju ke paru-paru, kembali lagi ke jantung merupakan ....
(UAN 2003)

a. peredaran darah besar
b. peredaran darah kecil
c. peredaran darah terbuka
d. peredaran darah tersebar

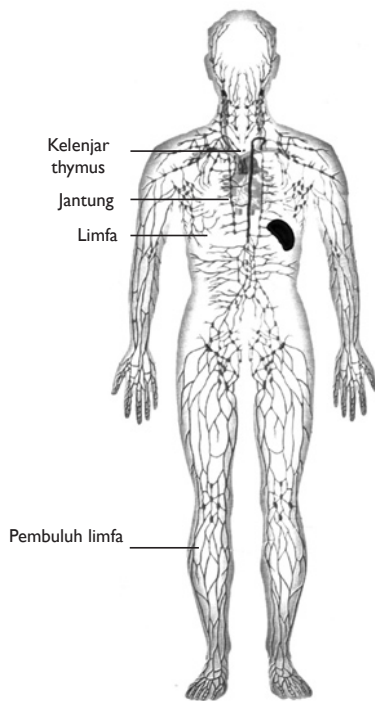
Jawaban (b)

Pembahasan: Pada tubuh manusia terdapat peredaran darah besar dan peredaran darah kecil. Pada peredaran darah besar, darah dari jantung, ke seluruh tubuh, kembali lagi ke jantung. Pada peredaran darah kecil, darah dari jantung, ke paru-paru, kembali lagi ke jantung.

melalui pembuluh balik. Peredaran darah besar ini mengalir dari jantung ke seluruh tubuh, kemudian kembali lagi ke jantung.

Peredaran darah manusia selalu melalui pembuluh darah. Oleh karena itu, peredaran darah manusia disebut peredaran darah tertutup. Gambar sistem peredaran darah berikut akan membantu kamu untuk lebih memahami peredaran darah manusia.

Sumber: *Heath Biology*, 1985

Gambar 5.10

Perdaran darah manusia

Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 5.11

Sistem limfatik yang berperan dalam peredaran limfa.

4. Peredaran Limfa

Darah selalu mengalir di dalam pembuluhnya. Selain darah ada pula suatu cairan yang mengalir di seluruh jaringan tubuh, namun tidak selalu mengalir dalam pembuluh. Cairan ini disebut cairan limfa atau cairan getah bening. Cairan limfa mengandung sel darah putih, fibrinogen, dan keping darah yang ketiganya berfungsi dalam proses pembekuan darah dan mencegah infeksi. Cairan limfa masuk ke dalam pembuluh limfa. Berbeda dengan pembuluh darah yang memiliki peredaran tertutup, pembuluh limfa memiliki peredaran terbuka. Alasannya, pembuluh limfa merupakan pembuluh kecil yang ujungnya terbuka.

Terdapat dua pembuluh limfa besar dalam tubuh manusia, yaitu pembuluh limfa kanan dan pembuluh limfa kiri. Pembuluh limfa kanan berfungsi mengumpulkan limfa

yang berasal dari jantung, dada, paru-paru, kepala, leher, dan lengan bagian atas. Pembuluh limfa kiri berfungsi mengumpulkan limfa yang berasal dari bagian-bagian tubuh yang tidak masuk ke dalam pembuluh limfa kanan. Cairan limfa dari kedua pembuluh limfa ini masuk ke pembuluh balik untuk dibawa ke jantung.

Di bagian tubuh tertentu, misalnya di ketiak, leher, dan pangkal paha, pembuluh limfa membentuk simpul yang disebut nodus limfa. Jika ada bagian tubuh yang terluka, limfa dari kelenjar yang terdekat dengan luka tersebut akan bereaksi dan membengkak. Mengapa? Dapatkah kamu menjelaskannya?

Soal Penguasaan Materi 5.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan alat peredaran darah pada manusia.
2. Peredaran darah manusia terdiri atas dua macam. Tuliskan olehmu dan jelaskan.

C. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah

Terdapat beberapa gangguan atau penyakit pada sistem peredaran darah. Gangguan ini bisa terjadi pada darah, jantung, pembuluh darah, atau tekanan darah.

1. Gangguan yang Berhubungan dengan Darah

a. Anemia

Anemia adalah keadaan tubuh yang kekurangan hemoglobin. Kadar Hb normal adalah 12 –16 % dari sel darah merah. Jumlah sel darah merah normal 5 juta/mm^3. Pada penderita anemia, kadar Hb kurang dari normal.

b. Leukemia

Leukemia adalah pertumbuhan sel-sel darah putih yang tidak normal. Jaringan yang seharusnya membentuk sel darah merah justru membentuk sel-sel darah putih. Akibatnya, jumlah sel darah putih melebihi normal sedangkan jumlah sel darah merah menurun. Leukemia disebut juga kanker darah. Banyaknya sel darah putih ini, menyebabkan sel darah putih menjadi "ganas". Sel darah putih ini dapat memakan sel-sel darah merah sehingga penderita dapat mengalami anemia akut.

c. Thalasemia

Penyakit keturunan di mana tubuh tidak mampu memproduksi hemoglobin dan sel darah merah. Akibatnya penderita mengalami anemia.

Informasi IPA

Kini telah tersedia alat pacu jantung bagi penderita yang memiliki jantung yang lemah. Alat pacu jantung ini memicu kontraksi otot jantung secara teratur. Alat ini di tanam dekat jantung dan baterai diganti secara berkala.

Sumber: *Aku dan Tubuhku*, 2006

d. AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*)

Penyakit AIDS disebabkan oleh virus, yaitu HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) yang menyerang sel darah putih manusia.

Pada pengidap penyakit AIDS, sel darah putihnya lebih cepat mati dan tidak berfungsi. Hal tersebut terjadi karena penyakit AIDS merupakan penyakit yang menyerang sistem kekebalan tubuh sehingga kekebalan tubuh tidak berfungsi. Jika terkena infeksi atau suatu penyakit yang ringan sekalipun, sistem kekebalan tubuhnya tidak akan bekerja. Akhirnya penderita dapat mengalami kematian.

2. Gangguan yang Berhubungan dengan Jantung dan Pembuluh Darah

a. Penyakit Jantung

Gangguan jantung merupakan gangguan kerja jantung dalam memompa darah. Penyebabnya, antara lain kelebihan kolesterol. Kolesterol yang berlebihan akan menyumbat pembuluh nadi sehingga menghambat aliran darah. Penyebab lain adalah kegemukan (obesitas). Tubuh orang gemuk memiliki banyak lemak dan darahnya banyak mengandung kolesterol sehingga rawan penyumbatan pembuluh darah. Oleh sebab itu, kerja jantung menjadi lebih berat dalam memompa darah.

Pada kasus gagal jantung terjadi penurunan kerja atau kontraksi jantung. Akibatnya, volume darah dalam jaringan tubuh kurang karena jantung tidak bisa memompa darah dalam jumlah yang semestinya. Gejala umum orang yang berpenyakit jantung adalah nyeri di bagian dada, sesak, dan cepat lelah.

b. Tekanan Darah Rendah

Penderita kelainan ini memiliki tekanan darahnya berada di bawah normal. Pengembalian darah ke jantung berkurang akibat kerja jantung menurun. Penyebabnya, antara lain perubahan posisi tubuh dari jongkok menjadi berdiri. Saat jongkok darah tertimbun di pembuluh balik pada kaki

sehingga pengembalian darah ke jantung lambat. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh berkurangnya volume darah akibat pendarahan atau muntaber. Gejala yang biasa timbul adalah pusing, lesu, penglihatan berkunang-kunang, dan sering pingsan.

c. Tekanan Darah Tinggi

Gejala penyakit ini adalah tekanan darah di atas normal. Jantung penderita bekerja lebih keras bahkan dapat memecahkan pembuluh darah. Penyebabnya belum diketahui dengan pasti, namun diduga berhubungan dengan kelebihan kolesterol yang mengakibatkan menyempitnya pembuluh nadi. Penyebab lain adalah faktor keturunan, stres, usia, kebiasan merokok, dan minuman beralkohol.

d. Varises

Gejala varises berupa pembuluh balik yang melebar atau berkelok-kelok terutama pada kaki. Penyebabnya adalah kaki terlalu berat menahan beban misalnya karena hamil atau terlalu lama berdiri. Varises yang terjadi di daerah anus dinamakan ambeien.

Soal Penguasaan Materi 5.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan contoh penyakit sistem pada peredaran darah yang berhubungan dengan darah.
2. Tuliskan contoh gangguan pada sistem peredaran darah yang berhubungan dengan jantung dan pembuluh darah.

Rangkuman

- Darah merupakan alat transportasi utama bagi tubuh kita. Hal ini karena adanya jantung, pembuluh darah dan darah itu sendiri.
- Darah melarutkan bermacam zat makanan, sisa metabolisme, oksigen, karbon dioksida, dan bahan-bahan lain yang dipompa jantung melewati pembuluh-pembuluh darah ke seluruh tubuh.
- Darah tersusun oleh plasma darah (terdiri atas air dan beberapa bahan yang terlarut) dan sel-sel darah (sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah). Sel darah merah selain berperan dalam pengangkutan oksigen dan karbon dioksida juga merupakan dasar penggolongan darah.
- Sel darah putih berfungsi sebagai alat pertahanan tubuh dari berbagai penyakit sedangkan keping darah berperan dalam pembekuan darah. Darah selalu berada dalam pembuluh darah, maka peredaran darah manusia disebut peredaran darah tertutup.
- Peredaran darah manusia bisa dibagi menjadi dua yaitu peredaran darah paru-paru (peredaran darah kecil) dan peredaran darah sistemik (peredaran darah besar).

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem Peredaran Darah pada Manusia. Dari mempelajari materi pada bab ini banyak manfaat yang dapat kita peroleh. Misalnya, kita dapat mengetahui jenis pembuluh darah yang terdapat pada tubuh kita serta mengetahui dasar penggolongan darah. Kita juga dapat mengetahui bagaimana sistem penggolongan darah pada tubuh kita. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat yang lainnya?

Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian mana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Jenis sel darah yang berfungsi dalam proses pembekuan darah saat luka adalah ....
   a. sel darah merah
   b. plasma darah
   c. keping darah
   d. sel darah putih
2. Pembuluh nadi memiliki karakteristik antara lain ....
   a. elastis dan tipis
   b. mengalirkan darah dari jantung
   c. membawa sisa-sisa metabolisme
   d. mengalirkan darah menuju jantung
3. Bentuknya tidak tetap, bisa bergerak bebas di luar pembuluh darah, jumlah normalnya 8.000 tiap 1 mm^3 darah. Hal tersebut adalah ciri-ciri ....
   a. leukosit
   b. trombosit
   c. eritrosit
   d. plasma darah
4. Cairan limfa mengandung sel darah putih, keping darah, dan fibrinogen. Oleh sebab itu, cairan limfa berfungsi untuk ....
   a. membekukan darah dan mencegah infeksi
   b. melancarkan aliran darah dan mencegah infeksi
   c. membantu proses peredaran darah
   d. membekukan sekaligus melancarkan aliran darah
5. Dari pernyataan berikut ini, yang *bukan* fungsi darah adalah ....
   a. mengangkut oksigen dan karbon dioksida
   b. pembunuh kuman
   c. meneruskan rangsangan dari otak
   d. mengangkut sisa metabolisme
6. Penyakit yang merupakan gangguan pada sel darah ialah ....
   a. penyakit jantung
   b. varises
   c. tekanan darah tinggi
   d. leukemia
7. Darah berwarna merah karena ....
   a. banyak mengandung zat besi
   b. terdapat pigmen merah dalam darah
   c. terdiri dari macam-macam zat penyusun
   d. mengandung hemoglobin
8. Fungsi zat besi bagi darah adalah ....
   a. bahan pembentuk sel darah merah
   b. mempertahankan bentuk sel darah
   c. membantu pembekuan darah
   d. sumber gizi bagi darah
9. Bahaya yang terjadi jika resipien menerima transfusi darah dari donor yang golongan darahnya tidak sama adalah ....
   a. aliran darah tidak akan berhenti jika ada luka
   b. tubuh resipien akan melemah
   c. mengakibatkan anemia
   d. terjadi penggumpalan darah
10. Urutan peredaran darah yang benar, yaitu ....
   a. seluruh tubuh - bilik kanan - serambi kanan - paru-paru - bilik kiri - serambi kiri - seluruh tubuh
   b. seluruh tubuh - bilik kiri - serambi kiri - paru-paru - bilik kanan - serambi kanan - seluruh tubuh
   c. seluruh tubuh - serambi kanan - bilik kanan - paru-paru - serambi kiri - bilik kiri - seluruh tubuh
   d. seluruh tubuh - serambi kiri - bilik kiri - paru-paru - serambi kanan - bilik kanan - seluruh tubuh

11. Sel darah merah disebut juga ....
    a. eritrosit
    b. leukosit
    c. trombosit
    d. fibrinogen
12. Darah yang banyak mengandung O_2 terdapat dalam pembuluh yang mengalirkan darah dari ....
    a. jantung ke paru-paru
    b. paru-paru ke serambi kiri jantung
    c. tubuh ke jantung
    d. paru-paru ke serambi kanan jantung
13. Beredarnya darah ke seluruh tubuh dapat terjadi karena ....
    a. otot jantung berkontraksi
    b. pembuluh nadi berkontraksi
    c. pembuluh balik berkontraksi
    d. otot jantung relaksasi
14. Zat-zat di bawah ini berperan dalam proses pembekuan darah, *kecuali* ....
    a. trombosit
    b. fibrinogen
    c. protrombin
    d. leukosit
15. Hemoglobin mengandung unsur ....
    a. zat lemak
    b. zat protein
    c. zat besi
    d. zat kapur

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Apakah fungsi darah bagi manusia?
2. Tuliskan komposisi darah pada manusia?
3. Seseorang yang bergolongan darah B mengalami kecelakaan. Korban tersebut memerlukan darah. Golongan darah apakah yang dapat menjadi donor bagi si korban, jelaskan?
4. Terdiri atas apakah alat peredaran darah pada manusia! Jelaskan?
5. Apakah perbedaan antara penyakit anemia dan thalasemia?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Darah berfungsi untuk mengangkut sari makanan dan juga gas. Bagian darah manakah yang menjalankan fungsi tersebut?
2. Pada gambar-gambar dan model, pembuluh darah vena digambarkan dengan warna biru sedangkan pembuluh nadi digambarkan dengan warna merah. Apakah hal ini memang sesuai dengan kenyataan yang ada dalam tubuh?
3. Di masyarakat ada anggapan bahwa orang yang sering begadang hingga larut malam bisa mengalami kurang darah. Benarkah demikian?

Bab 6

Sumber: *www.freeslideshow.com*

Sistem dalam Kehidupan Tumbuhan

Hasil yang harus kamu capai:

memahami sistem dalam kehidupan tumbuhan.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan;
- mendeskripsikan proses perolehan nutrisi dan transformasi energi pada tumbuhan hijau;
- mengidentifikasi macam-macam gerak pada tumbuhan;
- mengidentifikasi hama dan penyakit pada organ tumbuhan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Pada pelajaran-pelajaran sebelumnya kamu telah belajar berbagai sistem yang ada pada manusia. Sistem apa sajakah yang ada pada manusia? Menurutmu apakah pada tumbuhan juga ada sistem-sistem seperti yang terdapat pada manusia? Walaupun tidak sama dengan sistem pada manusia, tumbuhan sesungguhnya memiliki juga beberapa sistem, misalnya sistem pengangkutan dan sistem perkembangbiakan. Pada bab ini, kamu akan mempelajari beberapa sistem tumbuhan beserta fungsi-fungsinya.

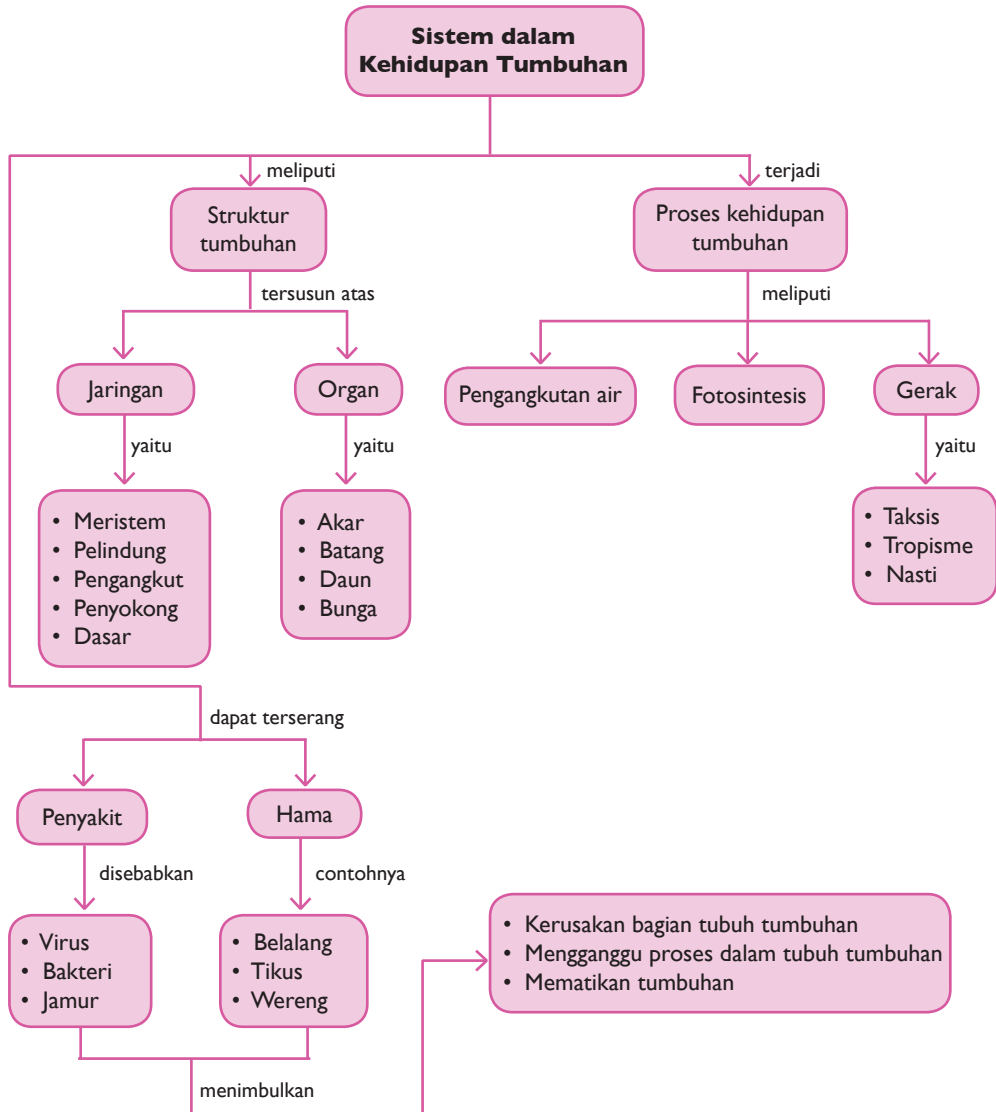
Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Sistem dalam Kehidupan Tumbuhan

- meliputi → Struktur tumbuhan
  - tersusun atas → Jaringan
    - yaitu
      - Meristem
      - Pelindung
      - Pengangkut
      - Penyokong
      - Dasar
  - tersusun atas → Organ
    - yaitu
      - Akar
      - Batang
      - Daun
      - Bunga
- terjadi → Proses kehidupan tumbuhan
  - meliputi → Pengangkutan air
  - meliputi → Fotosintesis
  - meliputi → Gerak
    - yaitu
      - Taksis
      - Tropisme
      - Nasti
- dapat terserang → Penyakit
  - disebabkan
    - Virus
    - Bakteri
    - Jamur
- dapat terserang → Hama
  - contohnya
    - Belalang
    - Tikus
    - Wereng

Penyakit dan hama menimbulkan:

- Kerusakan bagian tubuh tumbuhan
- Mengganggu proses dalam tubuh tumbuhan
- Mematikan tumbuhan

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Tuliskan bagian-bagian tumbuhan beserta fungsinya masing-masing.
2. Tumbuhan tidak memakan tanaman seperti hewan. Dari manakah tumbuhan mendapatkan makanan?
3. Tuliskan beberapa penyakit dan hama yang menyerang tumbuhan yang kamu ketahui.

A. Struktur Tumbuhan

Di Kelas VII kamu telah belajar mengenai organisasi kehidupan yang dimulai dari sel. Sekumpulan sel yang sama akan membentuk jaringan dan beberapa jaringan membentuk organ. Organ-organ membentuk satu tumbuhan utuh (individu tumbuhan) yang dapat melakukan berbagai aktivitas sebagai tumbuhan.

1. Jaringan pada Tumbuhan

Beberapa macam jaringan terdapat pada tumbuhan, di antaranya jaringan meristem, jaringan pelindung, jaringan pengangkut, jaringan penyokong, dan jaringan dasar.

Sumber: *Biology: Concepts and Connections*, 2006

Gambar 6.1

Jaringan meristem pada pucuk.

a. Jaringan Meristem

Jaringan meristem merupakan jaringan muda yang sel-selnya selalu aktif membelah diri untuk membentuk struktur primer pada tumbuhan. Jaringan ini terdapat pada bagian ujung batang dan ujung akar.

b. Jaringan Pelindung

Jaringan pelindung disebut juga epidermis yang berfungsi melindungi permukaan tumbuhan. Penyusun dari epidermis adalah sel-sel yang rapat menutupi seluruh permukaan tubuh tumbuhan.

Jaringan epidermis dapat membentuk lapisan lilin antiair untuk mencegah penguapan yang berlebihan. Lapisan lilin ini disebut juga kutikula.

c. Jaringan Pengangkut

Sesuai dengan namanya, jaringan ini berfiungsi untuk proses pengangkutan zat-zat yang ada dalam tumbuhan. Jaringan ini disebut juga jaringan pembuluh yang terdiri atas floem dan xylem.

Floem berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Adapun xylem berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari akar ke daun.

d. Jaringan Penyokong

Sumber: *Botany*, 1995

Gambar 6.2

Jaringan penyokong yang ada pada tumbuhan
(a) kolenkim dan
(b) sklerenkim.

Jaringan ini berfungsi sebagai penguat/penyokong tumbuhan. Jaringan kolenkim dan sklerenkim merupakan contoh jaringan penyokong. Jaringan ini memiliki dinding yang tebal. Apakah kamu pernah memegang tempurung kelapa? Kerasnya tempurung kelapa ini akibat dari adanya jaringan sklerenkim.

e. Jaringan Dasar

Jaringan dasar atau jaringan parenkim mengisi ruang antar jaringan. Jaringan ini terdapat pada hampir semua bagian tumbuhan, seperti batang, daun, dan akar. Jaringan parenkim di daun yaitu mesofil (palisade dan spons) banyak mengandung kloroplas dan merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis.

Untuk lebih memahami macam-macam jaringan yang menyusun tubuh tumbuhan kamu dapat melakukan kegiatan Ayo Coba 6.1 berikut.

Ayo Coba 6.1

Tujuan
Mengidentifikasi struktur jaringan pada tumbuhan

Alat dan bahan
Satu tanaman bunga matahari, silet, mikroskop, dan anilin sulfat/air suling

Cara kerja

1. Sediakan batang tanaman bunga matahari yang masih muda (berumur sekitar 1 bulan).
2. Buatlah sayatan melintang dari batang muda tersebut setipis mungkin. Letakkan sayatan tipis batang tersebut pada kaca objek yang telah ditetesi anilin sulfat (anilin sulfat dapat diganti dengan air suling).

Berhati-hatilah pada saat menggunakan silet, jangan sampai melukai diri sendiri dan orang lain.

3. Kemudian, tutuplah sediaan tadi dengan kaca penutup, dan amati dengan menggunakan mikroskop.
4. Gunakan terlebih dahulu lensa objektif dengan pembesaran lemah (100 kali), kemudian ganti dengan pembesaran kuat (450 kali). Amatilah jaringan-jaringan yang terdapat pada sayatan melintang batang tersebut.

5. Gambarlah hasil pengamatanmu di buku latihan. Tunjukkan jaringan epidermis, parenkim, xylem, floem, dan jaringan lainnya.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah bentuk dan susunan sel pada jaringan parenkim?
2. Bagaimanakah bentuk sel-sel yang menyusun xylem dan floem?

2. Organ pada Tumbuhan

Sebelumnya kamu telah mempelajari jaringan pada tumbuhan. Sekarang, dapatkah kamu menyebutkan organ apa saja yang dimiliki tumbuhan? Sebelumnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 6.2 berikut.

Ayo Coba 6.2

Tujuan

Mengetahui struktur organ pada tumbuhan

Alat dan bahan

10 jenis tumbuhan yang tumbuh di sekitar sekolah atau rumahmu, kaca pembesar

Cara kerja

1. Ambilah 10 jenis tumbuhan yang berbeda. Jika tumbuhan berukuran besar, amati langsung di tempatnya.
2. Ambil satu jenis tumbuhan. Amatilah bagian-bagian yang terdapat pada tumbuhan tersebut, seperti bagian akar, batang, daun, dan organ reproduksi (bunga). Jika berukuran kecil, gunakanlah kaca pembesar.
3. Data yang didapatkan, masukkan ke dalam tabel seperti berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

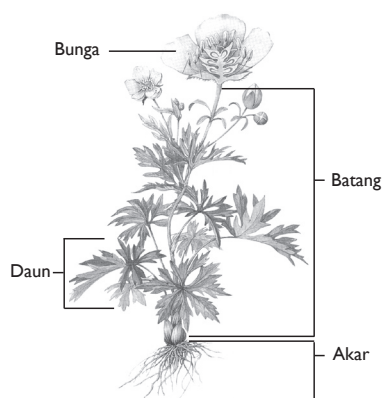
Nama Tumbuhan	Organ yang Dimiliki			
	Akar	Batang	Daun	Organ Reproduksi
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....

Pertanyaan

1. Apakah semua tumbuhan yang kamu amati mempunyai organ yang sama?
2. Adakah organ tertentu yang hanya dimiliki oleh tumbuhan tertentu?
3. Tahukah kamu fungsi masing-masing organ tersebut?

Tidak seperti manusia yang memiliki banyak organ, organ tumbuhan hanya empat, yaitu akar, batang, daun, dan bunga. Marilah kita pelajari organ-organ yang dimiliki tumbuhan satu persatu.

a. Akar

Akar merupakan organ penting tumbuhan. Selain berfungsi sebagai alat melekat tumbuhan di tempat hidupnya, akar merupakan organ untuk penyerapan air dan mineral dari tanah. Pada beberapa jenis tumbuhan, akar juga mempunyai fungsi lain, misalnya sebagai alat untuk pertukaran udara seperti pada beringin; sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan seperti pada singkong, wortel, dan lobak.

Sumber: *Tumbuhan*, 2005

Gambar 6.3

Organ yang terdapat pada tumbuhan.

Ayo Coba 6.3

Tujuan

Pengamatan akar tumbuhan dikotil dan tumbuhan monokotil

Alat dan bahan

Kecambah biji kacang, kecambah biji jagung, dan kaca pembesar

Cara kerja

1. Sebelumnya kamu telah mengecambahkan biji kacang dan biji jagung selama satu minggu.
2. Setelah satu minggu kedua jenis kecambah tersebut telah berakar.
3. Amatilah dengan teliti keadaan akar kedua jenis tumbuhan tersebut.
4. Gambarkan bentuk kedua akar kecambah tersebut. Amatilah perbedaannya menggunakan kaca pembesar dan gambarkan seperti tabel berikut sehingga terlihat perbedaan keduanya.

Tabel Hasil Pengamatan

Kecambah Tumbuhan Dikotil (Kacang)	Kecambah Tumbuhan Monokotil (Jagung)

Pertanyaan

1. Bagaimanakah bentuk akar tumbuhan yang kamu amati? Adakah perbedaan bentuk akar tumbuhan-tumbuhan yang kamu amati?

2. Tumbuhan monokotil sering disebut mempunyai sistem perakaran serabut. Dengan melihat akar kecambah tumbuhan monokotil, dapatkah kamu menjelaskan mengapa disebut akar serabut?
3. Tumbuhan dikotil sering disebut mempunyai sistem perakaran tunggang. Dengan melihat akar kecambah tumbuhan dikotil, dapatkah kamu menjelaskan mengapa disebut akar tunggang?

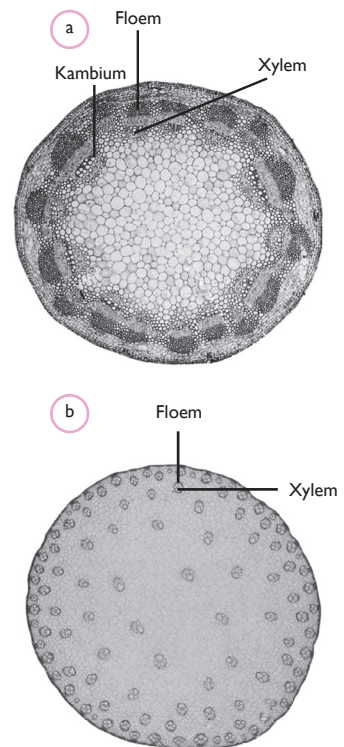
Pada akar yang kamu amati, apakah kamu menemukan bulu-bulu halus? Bulu-bulu halus inilah yang disebut bulu akar. Bulu akar memegang peranan penting dalam proses penyerapan air dan mineral dalam tanah. Pembahasan lebih rinci tentang proses penyerapan air dan mineral dapat kamu temukan pada Subbab B.

Pada saat masih kecambah, kamu dapat dengan jelas menemukan perbedaan antara akar tumbuhan dikotil dan akar tumbuhan monokotil. Pada tumbuhan dikotil terdapat satu akar utama yang besar, sedangkan pada tumbuhan monokotil tidak ada. Pada akar utama tumbuhan dikotil, akan tumbuh cabang-cabang akar dari akar utama. Pada tumbuhan monokotil, akar utama tidak berkembang sehingga muncul akar-akar yang berukuran relatif sama dari tempat munculnya akar utama. Akar dikotil ini disebut juga akar tunggang, sedangkan akar monokotil disebut akar serabut.

b. Batang

Batang merupakan organ tumbuhan penting yang dapat membuat tumbuhan bisa tinggi menjulang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan sinar matahari yang cukup. Batang merupakan saluran penghubung agar air dan mineral yang diserap akar dapat sampai ke daun. Begitu pula sebaliknya, agar hasil-hasil fotosintesis yang dihasilkan daun dapat sampai ke akar.

Seperti akar, batang beberapa tumbuhan sering kali mempunyai fungsi lain. Pada beberapa tumbuhan, batang digunakan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan dan air. Misalnya, pada tanaman tebu, kaktus, dan kentang. Batang kadang kala berfungsi juga untuk alat perkembangbiakan membentuk tunas, misalnya pada pisang dan lengkuas.

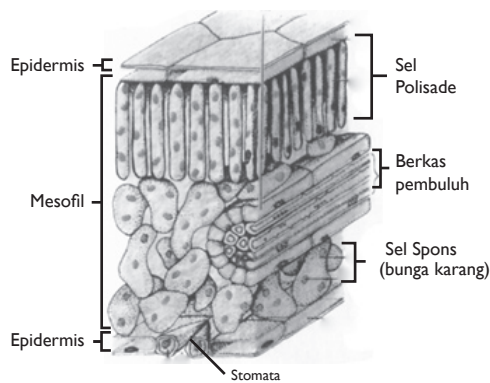
Batang pada tumbuhan dikotil dan tumbuhan monokotil memiliki perbedaan dalam hal berkas pengangkutan. Struktur jaringan pembuluh keduanya sangat berbeda. Berkas pengangkutan pada tumbuhan dikotil tersusun melingkar

Sumber: *Biology: Concepts and Connections*, 2006

Gambar 6.4

Perbedaan struktur batang pada tumbuhan
(a) dikotil dan
(b) monokotil.

seperti cincin. Adapun pada tumbuhan monokotil berkas pengangkutan tersebar tidak beraturan. Dalam setiap berkas pengangkutan (berkas pembuluh) selalu terdapat floem dan xylem.

c. Daun

Kamu tentu telah mengetahui bahwa daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis. Fotosintesis terjadi di palisade maupun spons (bunga karang). Fotosintesis lebih banyak di daun. Hal ini dimungkinkan karena pada daun terdapat klorofil yang bisa menyerap energi dari sinar matahari. Seperti halnya pada akar dan batang, pada beberapa tumbuhan, daun berperan bukan hanya sebagai tempat fotosintesis, namun kadang kala juga untuk fungsi lain. Misalnya, sebagai alat perkembangbiakan seperti pada cocor bebek, juga sebagai tempat cadangan air dan makanan seperti pada lidah buaya.

Gambar 6.5
Penampang daun

Sumber: *Biology: Concepts and Connections*, 2006

Ayo Coba 6.4

Tujuan
Pengamatan daun tumbuhan dikotil dan monokotil
Alat dan bahan
Beberapa tumbuhan monokotil dan tumbuhan dikotil
Cara kerja

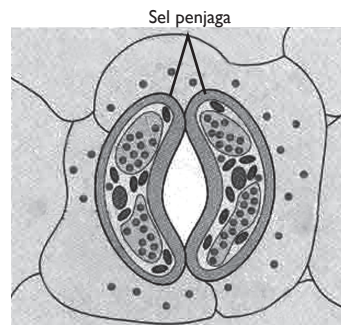
1. Ambilah satu sampel tumbuhan dikotil dan tumbuhan monokotil.
2. Amatilah bentuk luar daun. Perhatikanlah bentuk daun dan pertulangan daun tersebut.
3. Carilah persamaan dan perbedaannya yang terdapat pada saat pengamatan.

Pertanyaan
1. Dalam hal apa sajakah persamaan antara daun tumbuhan dikotil dan monokotil?
2. Dalam hal apa sajakah perbedaan daun tumbuhan dikotil dan tumbuhan monokotil?

Di Kelas VII kamu telah mencoba mengamati sayatan melintang daun. Amatilah gambar sayatan melintang pada tumbuhan monokotil dan tumbuhan dikotil berikut.

Sumber: *Botany*, 1995

Gambar 6.6

(a) Sayatan melintang daun pada tumbuhan dikotil dan (b) sayatan melintang daun pada tumbuhan monokotil.

Sumber: *bima.ipb.ac.id*

Gambar 6.7

Stomata pada daun.

Pada sayatan melintang daun, kamu dapat menemukan adanya berkas pembuluh daun. Kamu juga dapat melihat adanya sejumlah sel yang mengandung klorofil. Sementara itu, pada sayatan membujur daun, kamu dapat mengamati sel-sel epidermis daun. Di antara sel-sel epidermis terdapat beberapa sel yang bentuknya tidak seperti sel epidermis yang biasa. Itulah sel-sel penjaga yang membentuk stoma (jamak: stomata) atau mulut daun. Mulut daun merupakan jalan keluar masuknya gas-gas (oksigen dan kabon dioksida).

d. Bunga

Kamu tentu sering melihat bunga-bunga. Banyak sekali bunga yang indah, misalnya mawar, anggrek, dan dahlia, meskipun ada juga bunga yang tidak terlalu menyolok, misalnya bunga pada rerumputan. Terlepas dari indah atau tidaknya, bunga merupakan organ penting bagi tumbuhan. Pada bunga,

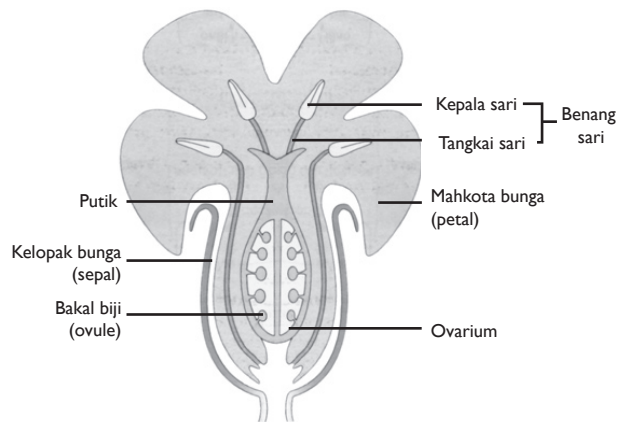
Informasi IPA

Untuk menarik serangga, beberapa bunga memiliki mahkota yang berwarna cerah dan berbau menyengat. Di dekat dasar mahkota terdapat nektar yang dapat diminum oleh serangga. Saat mencari nektar, serbuk sari melekat ke tubuh serangga. Sehingga saat mendatangi bunga yang lain, serangga memindahkan serbuk sari dan tubuhnya ke kepala putik bunga yang lain.

Sumber: *Tumbuhan*, 2005

terdapat bagian penghasil serbuk sari dan bakal biji. Penghasil serbuk sari adalah benang sari, sedangkan bakal biji terdapat pada putik.

Alat reproduksi jantan pada tumbuhan berupa benang sari. Jika kamu telah melakukan pengamatan, kamu akan menemukan bahwa pada ujung benang sari terdapat suatu bagian yang menghasilkan serbuk. Serbuk inilah yang disebut serbuk sari. Jika serbuk sari jatuh di kepala putik, serbuk sari akan mengeluarkan sel sperma.

Alat reproduksi betina pada tumbuhan dihasilkan pada bagian yang disebut putik. Pada umumnya, pada dasar putik terdapat bakal buah. Serbuk sari yang jatuh di kepala putik tumbuhan yang sesuai akan berkembang sehingga akan menghasilkan sel sperma. Sel sperma inilah yang selanjutnya akan membuahi sel telur yang tersimpan di dalam bakal biji.

Gambar 6.8

Struktur dan bagian-bagian bunga.

Sumber: *Biology for You*, 2002

Tugas 6.1

Proses penyerbukan pada tumbuhan adalah proses menempelnya serbuk sari pada kepala putik. Proses ini dapat terjadi dengan bantuan atau terjadi dengan sendirinya. Hewan juga dapat membantu penyerbukan. Tugasmu, bersama kelompokmu. buatlah karya tulis mengenai hewan-hewan yang dapat membantu penyerbukan. Carilah informasi dari buku, majalah, koran, dan internet.

Soal Penguasaan Materi 6.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

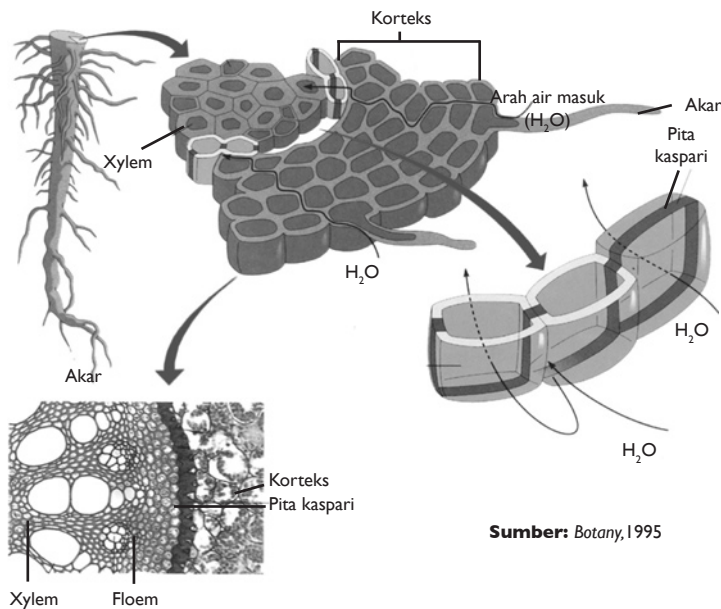
1. Tuliskan organ-organ utama yang terdapat pada tumbuhan.
2. Apakah fungsi-fungsi organ tersebut bagi tumbuhan? Jelaskan.

B. Pengangkutan Air pada Tumbuhan

Pernahkah terpikirkan olehmu bagaimana air dan mineral bisa diserap akar hingga diangkut sampai ke daun? Mungkin kamu pernah menemukan ada tumbuhan yang tingginya mencapai beberapa puluh meter. Bagaimana air yang berasal dari dalam tanah yang sangat dalam dapat sampai ke daun yang letaknya sangat tinggi tersebut?

1. Penyerapan Air dari Tanah ke Akar

Pada bagian terdahulu, kamu telah mengamati bahwa akar mempunyai bulu-bulu akar. Bulu-bulu akar mempunyai peran penting dalam penyerapan air. Air dan mineral-mineral yang ada di tanah, masuk ke akar secara berdifusi. Akan tetapi, ada juga mineral yang harus secara aktif ditarik ke akar.

Air dan mineral masuk ke akar ada yang melalui bulu-bulu akar dan ada juga yang melalui dinding sel akar. Air dan mineral yang masuk melalui bulu-bulu akar akan langsung masuk ke pembuluh kayu (xylem). Adapun yang masuk melalui dinding sel, harus melalui dinding sel yang satu ke dinding sel yang lain hingga akhirnya mencapai pembuluh kayu.

Sumber: *Botany*, 1995

Gambar 6.9

Arah masuk air dari dalam tanah menuju sel-sel hingga mencapai pembuluh kayu (xylem).

2. Pengangkutan Air dari Akar Menuju Daun

Air dan mineral yang ada di dalam pembuluh kayu selanjutnya akan dibawa naik ke daun. Ada beberapa faktor yang membuat air dan mineral dapat naik ke daun, yaitu kapilaritas air, daya isap daun, dan tekanan akar.

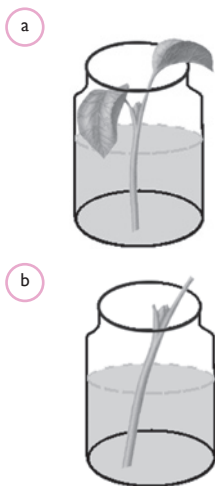
a. Kapilaritas Batang

Sebelumnya telah dipelajari bahwa tumbuhan mempunyai berkas pembuluh (pengangkutan) air yang disebut xylem. Xylem merupakan sebuah saluran kecil yang merentang mulai dari akar hingga daun. Karena kecilnya pembuluh-pembuluh tersebut, air dan mineral dapat naik ke atas tanpa dorongan apapun.

Tugas 6.2

Siapkan sebuah wadah, misalnya ember. Isi ember dengan air kurang lebih setengahnya. Carilah beberapa selang dengan diameter yang berbeda. Masukkan selang tersebut ke dalam tempat air tadi dan amati pada selang yang mana air paling tinggi. Kamu akan menemukan bahwa semakin kecil diameter selang, semakin tinggi air naik.

b. Daya Isap Daun

Daun yang umumnya tipis dan lebar juga menyebabkan tumbuhan mudah kehilangan air karena air yang ada di daun menguap. Hilangnya air yang menguap ini akan menyebabkan tekanan pada daun menjadi rendah sehingga menarik air yang ada di pembuluh. Daun seakan-akan mengisap air yang ada di pembuluh. Isapan daun ini akan membuat air yang terdapat di akar naik ke atas. Dapatkah kamu membuktikan bahwa daun juga berpengaruh terhadap pengangkutan air dari akar? Untuk membuktikannya, lakukanlah kegiatan berikut.

Gambar 6.10

Stoples diisi ranting yang masih memiliki daun dan ranting tanpa daun.

Ayo Coba 6.5

Tujuan
Membuktikan bahwa daun berpengaruh terhadap pengangkutan air

Alat dan bahan
Dua stoples dan ranting pohon segar

Cara kerja

1. Ambilah dua buah ranting yang satu masih mengandung daun dan yang lain tidak mengandung daun. Usahakan kedua ranting memiliki ukuran yang sama. Bersihkan daun dari kotoran.
2. Siapkan dua stoples dengan ukuran sama yang telah diisi air. Takar air hingga memiliki volume sama. Tutup stoples dan buatlah lubang pada tutup sebagai tempat ranting masuk.
3. Setelah itu masukkan kedua ranting tersebut ke dalam stoples.
4. Simpan kedua stoples tersebut di bawah terik sinar matahari.
5. Amatilah perubahan tinggi permukaan air yang terlihat setiap jam.

Pertanyaan

1. Stoples manakah yang airnya lebih banyak berkurang?
2. Mengapa salah satu stoples airnya cepat berkurang?
3. Tahukah kamu mengapa beberapa tumbuhan (misalnya jati dan randu) menggugurkan daunnya pada musim kemarau?
4. Kesimpulan apakah yang dapat kamu ambil dari kegiatan ini?

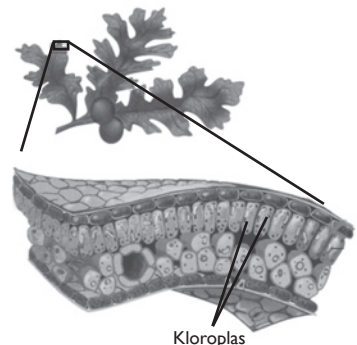
Soal Penguasaan Materi 6.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan olehmu mengenai pengangkutan air dari tanah ke akar.
2. Proses pengangkutan dari akar menuju daun terdiri atas beberapa faktor. Tuliskanlah faktor-faktor tersebut.

C. Cara Tumbuhan Memperoleh Energi

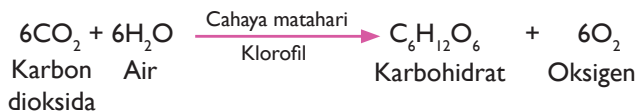
Kamu tentu telah mengetahui bahwa tumbuhan mampu berfotosintesis karena tumbuhan mempunyai klorofil. Mengapa dengan adanya klorofil tumbuhan dapat berfotosintesis? Klorofil dapat menangkap energi matahari dan memanfaatkannya untuk membentuk bahan organik (bahan hidup), misalnya gula atau karbohidrat. Klorofil merupakan pigmen yang terdapat di dalam kloroplas. Kloroplas merupakan organel sel tumbuhan yang banyak terdapat pada mesofil daun.

Sumber: *Botany*, 1995

Gambar 6.11

Letak kloroplas di dalam daun.

Sinar matahari merupakan suatu bentuk energi. Energi tersebut dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk membuat makanan melalui peristiwa fotosintesis yang secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut.

1. Pertama, jika klorofil terkena sinar matahari, maka molekul air (H_2O) yang ada di klorofil akan terurai menjadi Hidrogen (H) dan Oksigen (O_2). Oksigen pada akhirnya akan keluar dari daun melalui mulut daun (stomata). Energi dari sinar matahari juga ditangkap dan disimpan dalam bentuk energi kimia.
2. Kedua, dengan menggunakan energi yang telah disimpan tadi, karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari udara digabungkan dengan bahan yang telah disiapkan (namanya RuBP) sehingga terbentuklah molekul organik baru. Molekul oganik baru tersebut kemudian diproses lebih lanjut melalui beberapa tahapan sehingga terbentuklah karbohidrat (glukosa, amilum) dan bahan-bahan organik lainnya. Reaksi fotosintesis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\underset{\text{Karbon dioksida}}{6CO_2} + \underset{\text{Air}}{6H_2O} \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Cahaya matahari}} \underset{\text{Karbohidrat}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Oksigen}}{6O_2}$$

Dari rumus tersebut diketahui bahwa dalam proses fotosintesis membutuhkan karbon dioksida dari udara dan air dari dalam tanah. Dengan menggunakan energi dari cahaya matahari, melalui reaksi kimia tertentu, maka dihasilkan karbohidrat yang diperlukan oleh tumbuhan dan melepaskan oksigen ke udara. Untuk membuktikan bahwa proses fotosintesis menghasilkan karbohidrat lakukanlah kegiatan Ayo Coba 6.6 berikut bersama teman-temanmu.

Ilmuwan IPA

Jan Ingenhouse
(1730–1799)

Jan Ingenhouse adalah satu ilmuwan pertama yang meneliti fotosintesis pada tumbuhan. Pada tahun 1711, **Joseph Priesly** (1733–1804) menemukan bahwa tumbuhan dapat memberikan oksigen. Ingenhouse melanjutkan penelitian ini. Ia memperlihatkan bahwa tanaman mengambil karbon dioksida dan mengeluarkan oksigen.

Sumber: *id.wikipedia.org*

Ayo Coba 6.6

Tujuan
Membuktikan bahwa proses fotosintesis menghasilkan amilum (karbohidrat)

Alat dan bahan
Tanaman dan kertas alumnium foil

Cara kerja
Kamu dapat melakukan percobaan sederhana untuk membuktikan bahwa dalam proses fotosintesis dihasilkan amilum. Lakukanlah hal-hal berikut.

1. Carilah tanaman yang daunnya agak kaku dan tidak terlalu besar.
2. Sore hari atau sebelum Matahari terbit bungkuslah beberapa daun tanaman tersebut dengan sesuatu yang tidak tembus cahaya, misalnya kertas karbon, aluminium foil, dan sebagainya.
3. Biarkan selama satu hari tersinar Matahari.
4. Ambil daun yang kamu bungkus dan tandai supaya kamu tidak lupa.
5. Rebus daun-daun tersebut sampai betul-betul layu.

Hati-hati saat merebus daun. Jangan sampai terkena api atau air panas.

6. Angkat daun tersebut dan rendam dalam alkohol supaya klorofilnya larut.

Hati-hati dalam menyimpan alkohol. Jangan terlalu dekat dengan api.

7. Cuci dan keringkan daun-daun tersebut.
8. Teteskan larutan iodium pada daun tersebut dan amati bagaimana warnanya.

Pertanyaan

1. Ingatkah kamu pelajaran pada Bab 3 tentang pengujian amilum pada makanan dengan menggunakan iodium?
2. Menurut dugaanmu bagaimanakah warna daun yang tidak ditutup dan mengapa demikian?
3. Kesimpulan apakah yang kamu dapatkan dari kegiatan ini?

Sumber: *Biologi for You*, 2002

Gambar 6.12

Langkah kerja dalam kegiatan Ayo Coba 6.6.

Peristiwa fotosintesis merupakan suatu karunia dan bukti kekuasaan Tuhan Yang Maha Kuasa. Betapa tidak, karbon dioksida yang ada di udara dapat diikat sehingga menjadi bahan makanan. Selain itu, oksigen yang dihasilkan dari pemecahan air merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa fotosintesis sesungguhnya tidak akan ada kehidupan sebab tidak ada makanan dan juga tidak ada oksigen. Kamu tentu mengetahui bahwa makanan tersebut diperlukan oleh makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang. Oksigen juga diperlukan dalam proses respirasi (pernapasan) untuk memperoleh energi, sehingga makhluk hidup dapat beraktivitas dalam kehidupan sehari-hari.

Pembahasan UN

Di bawah ini merupakan bahan yang diperlukan dalam fotosintesis, *kecuali* ....
(**US, 2007**)
a. cahaya
b. air
c. oksigen
d. karbon dioksida

Jawaban (c)

Pembahasan: Bahan yang dibutuhkan untuk fotosintesis adalah cahaya, air, karbon dioksida, dan klorofil.

Soal Penguasaan Materi 6.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan olehmu secara sederhana mengenai proses fotosintesis.
2. Apa manfaat fotosintesis bagi kehidupan?

D. Macam-Macam Gerak pada Tumbuhan

Sumber: *Heath Biology*, 1985

Gambar 6.13

Tanaman yang disimpan di dekat jendela ini, arah tubuhnya mendekati datangnya cahaya atau disebut juga fototropisme positif.

Di Kelas VII lalu, kamu telah mempelajari bahwa salah satu ciri makhluk hidup adalah kemampuan bergerak. Sebagai makhluk hidup, tumbuhan juga dapat bergerak, walaupun gerakannya tidaklah sebebas hewan dan manusia. Dapatkah kamu memberikan beberapa contoh tumbuhan yang mampu bergerak?

Secara umum gerak pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi gerak yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang dan gerak yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang (gerak nasti). Gerak yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang terdiri atas gerak seluruh tubuh (gerak taksis) dan gerak tumbuh (gerak tropisme).

Supaya lebih jelas, berikut akan dijelaskan mengenai taksis, tropisme, dan nasti.

1. Taksis

Gerak taksis merupakan gerak seluruh tubuh tumbuhan menjauhi ataupun mendekati sumber rangsangan. Gerak taksis pada umumnya terjadi pada tumbuhan tingkat rendah sebab tubuhnya tidak menempel pada tempat tertentu.

Jenis gerak taksis biasanya dinamai berdasarkan jenis rangsangnya. Misalnya, disebut fototaksis jika rangsangannya berupa cahaya dan kemotaksis jika rangsangannya berupa bahan kimia. Gerak taksis yang mendekati arah datangnya rangsang sering disebut gerak taksis positif sedangkan gerak taksis yang menjauhi datangnya rangsang disebut gerak taksis negatif.

Contoh gerak kemotaksis adalah gerak spermatozoid tumbuhan lumut dalam ruang arkegonium saat membuahi sel telur. Gerak kemotaksis ini dirangsang oleh glukosa yang terdapat di ruang arkegonium.

Sumber: *Biological Science*, 1986

Gambar 6.14

Tanaman yang sengaja disimpan terbalik, arah tumbuhnya tetap akan ke atas. Gerak ini disebut geotropisme negatif.

2. Tropisme

Gerak tropisme merupakan gerak sebagian tubuh tumbuhan, baik mendekati maupun menjauhi arah datang-nya rangsang. Seperti halnya pada gerak taksis, gerak tropisme juga dinamai berdasarkan jenis rangsangannya. Berdasarkan jenis rangsangannya, gerak tropisme di bagi menjadi fototropisme, hidrotropisme, dan geotropisme.

Fototropisme merupakan gerak yang dipengaruhi oleh rangsang berupa cahaya. Hidrotropisme merupakan

gerak yang dipengaruhi oleh rangsang berupa air. Adapun geotropisme merupakan gerak yang dipengaruhi oleh rangsang berupa gravitasi bumi.

Secara umum gerak tropisme seringkali dibedakan berdasarkan arah gerakan tumbuhan. Gerak tropisme yang mendekati arah datangnya rangsang disebut *tropisme positif,* sedangkan gerak tropisme yang menjauhi arah datangnya rangsang disebut *tropisme negatif.* Dapatkah kamu memberikan beberapa contoh gerak tropisme pada tumbuhan?

Ayo Coba 6.7

Tujuan

Menyimpulkan pengaruh gravitasi (geotropisme) terhadap tumbuhan

Alat dan bahan

Kertas tisu yang tebal dan kuat, aluminium foil (30 cm x 30 cm), air, biji sawi, spidol, dan stoples ukuran 1 liter

Cara kerja

1. Kertas tisu dilipat menjadi dua bagian yang sama besar.
2. Kertas tisu diletakkan di bagian tengah aluminium foil.
3. Basahi kertas tisu dengan air bersih sehingga lembap, tetapi tidak terlalu basah.
4. Taburkan biji-biji sawi dalam satu garis lurus yang melintang di bagian tengah kertas tisu yang lembap.
5. Lipatlah aluminium foil membungkus kertas tisu dan lipatlah ujung-ujung aluminum foil.
6. Gunakan spidol untuk menggambar panah pada luar kemasan aluminium foil.
7. Letakkan kemasan ini dalam stoples dengan penunjuk panah mengarah ke atas.
8. Letakkan stoples di tempat yang tidak terganggu.
9. Setelah lima hari, buka kemasan dengan hati-hati dan amati isinya.

Pertanyaan

1. Bagaimana pertumbuhan akar dan batangnya?
2. Kesimpulan apa yang kamu dapatkan dari percobaan tersebut?

Sumber: *Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran,* 1995

Gambar 6.15

Tanaman putri malu apabila terkena rangsang berupa sentuhan akan menguncup. Gerak ini disebut seismonasti.

3. Nasti

Gerak nasti berbeda dari gerak taksis dan gerak tropisme yang arah geraknya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Gerak nasti merupakan gerak bagian tumbuhan yang arahnya tidak dipengaruhi oleh arah

datangnya rangsangan, tetapi ditentukan oleh tumbuhan itu sendiri. Contoh gerak nasti adalah seismonasti, fotonasti, dan termonasti.

Seismonasti merupakan gerak nasti yang disebabkan oleh rangsang berupa sentuhan atau getaran. Contohnya pada gerak menutup daun putri malu setelah disentuh. Adapun fotonasti merupakan gerak nasti yang disebabkan oleh rangsang berupa cahaya. Gerak fotonasti ini contohnya adalah pada kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*), yang mekar pada siang hari dan menguncup pada malam hari. Contoh gerak nasti lainnya adalah termonasti. Termonasti merupakan gerak nasti yang disebabkan oleh rangsang suhu.

Soal Penguasaan Materi 6.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan olehmu mengenai macam-macam gerak pada tumbuhan.
2. Apakah perbedaan antara taksis dan tropisme?

E. Hama dan Penyakit pada Tumbuhan

Tumbuhan tidak selamanya bisa hidup tanpa gangguan. Kadang tumbuhan mengalami gangguan oleh binatang atau organisme kecil (virus, bakteri, atau jamur). Hewan dapat disebut hama karena mereka menganggu tumbuhan dengan memakannya. Belalang, kumbang, ulat, wereng, tikus, walang sangit merupakan beberapa contoh binatang yang sering menjadi hama tanaman.

Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2005

Gambar 6.16

Contoh hewan-hewan yang merupakan hama pada tumbuhan.

Gangguan terhadap tumbuhan yang disebabkan oleh virus, bakteri, dan jamur disebut penyakit. Tidak seperti hama, penyakit tidak memakan tumbuhan, tetapi mereka merusak tumbuhan dengan mengganggu proses-proses dalam tubuh tumbuhan hingga mematikan tumbuhan. Oleh karena itu, tumbuhan yang terserang penyakit, umumnya, bagian tubuhnya utuh. Akan tetapi, aktivitas hidupnya terganggu dan dapat menyebabkan kematian.

Sumber: *Biological Science*, 1986

Gambar 6.17

Gambar virus yang diperbesar sedang menyerang daun tembakau.

Untuk membasmi hama dan penyakit, sering kali manusia menggunakan obat-obatan anti hama. Pestisida merupakan nama umum untuk obat anti hama. Pestisida yang digunakan untuk membasmi serangga disebut insektisida. Adapun pestisida yang digunakan untuk membasmi jamur disebut fungisida.

Pembasmian hama dan penyakit menggunakan pestisida dan obat harus secara hati-hati dan tepat guna. Penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak tepat justru dapat menimbulkan bahaya yang lebih besar. Hal itu disebabkan karena pestisida dapat menimbulkan kekebalan pada hama dan penyakit. Oleh karena itu penggunaan obat-obatan anti hama dan penyakit hendaknya diusahakan seminimal dan sebijak mungkin.

Secara alamiah, sesungguhnya hama mempunyai musuh yang dapat mengendalikannya. Namun, karena ulah manusia, sering kali musuh alamiah hama hilang. Akibatnya hama tersebut merajalela. Salah satu contoh kasus yang sering terjadi adalah hama tikus. Pernahkah kamu mendengar bahwa di suatu daerah tanaman padinya habis diserang hama tikus? Sesungguhnya, secara alamiah, tikus mempunyai musuh yang memangsanya. Musuh alami tikus ini dapat mengendalikan jumlah populasi tikus. Tahukah kamu apakah musuh tikus? Ular, burung hantu, dan elang merupakan binatang-binatang yang bisa mengendalikan hama tikus. Sayangnya binatang-binatang tersebut ditangkapi oleh manusia sehingga tikus tidak lagi memiliki pemangsa alami. Akibatnya, jumlah tikus menjadi sangat banyak dan menjadi hama pertanian.

Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2005

Gambar 6.18

(a) Burung elang,
(b) burung hantu, dan
(c) ular merupakan pembasmi alami hama tikus.

Soal Penguasaan Materi 6.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah yang dapat menyebabkan hama dan penyakit pada tumbuhan.
2. Melalui cara apakah hama dan penyakit di tanggulangi? Jelaskan.

Rangkuman

- Tumbuhan dalam menjalankan kehidupannya memiliki suatu sistem untuk hidupnya. Sistem tersebut ditunjang oleh beberapa organ, yaitu akar, batang, daun, dan bunga.
- Pada tumbuhan air diangkut dari akar ke seluruh tubuh sedangkan makanan diangkut dari daun ke seluruh tubuh. Proses lain yang sangat penting dalam tubuh tumbuhan adalah fotosintesis. Fotosintesis merupakan suatu proses pembuatan makanan dengan memanfaatkan energi dari sinar matahari.
- Dalam fotosintesis dihasilkan karbohidrat dan oksigen yang keduanya sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup yang ada di Bumi ini.
- Seperti halnya pada makhluk hidup yang lain, tumbuhan juga bergerak walaupun gerakan tumbuhan tidak sebebas gerakan binatang. Secara umum ada tiga macam gerak pada tumbuhan, yaitu taksis, tropisme, dan nasti.
- Tumbuhan dapat diserang oleh hama dan penyakit yang dapat merusak bagian tumbuhan, bahkan dapat juga mematikan tumbuhan.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem dalam Kehidupan Tumbuhan. Bab ini sangat menarik untuk dipelajari. Kita dapat memperoleh manfaatnya dari mempelajari ini, misalnya kita mengetahui organ-organ yang penting pada tumbuhan dan jenis-jenis gerak yang terdapat pada tumbuhan. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat yang lainnya?

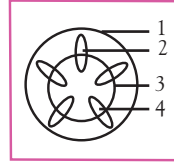
Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian mana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 6

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Peranan penting daun bagi tumbuhan yaitu untuk ....
   a. pernapasan
   b. menyerap air
   c. menyebarkan sari-sari makanan
   d. fotosintesis
2. Hal berikut yang membedakan batang tumbuhan dikotil dan monokotil antara lain ....
   a. batang dikotil berkambium, monokotil tidak
   b. batang dikotil mempunyai pembuluh, monokotil tidak
   c. batang monokotil berkambium, dikotil tidak
   d. batang monokotil mempunyai pembuluh, dikotil tidak
3. Berikut ini yang *bukan* merupakan fungsi akar bagi tumbuhan adalah ....
   a. untuk pertukaran udara
   b. untuk menyerap air dan mineral
   c. sebagai tempat cadangan makanan
   d. sarana penghubung antara batang dan tanah
4. Gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang adalah ....
   a. nasti dan tropisme
   b. taksis dan tropisme
   c. tropisme dan seismonasti
   d. seismonasti dan taksis
5. Daya isap daun adalah salah satu proses untuk mengangkut air dari akar ke daun, yang dapat terjadi karena ....
   a. air di daun menguap sehingga daun mengambil air di pembuluh.
   b. daun memiliki urat-urat daun yang banyak.
   c. terdapat pembuluh-pembuluh kapiler yang bisa menarik air ke daun.
   d. adanya tekanan dari akar ke daun.
6. Pembuluh yang mengangkut zat-zat makanan hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tumbuhan adalah pembuluh ....
   a. xylem   c. floem
   b. kapiler   d. kayu
7. Daun lidah buaya selain untuk fotosintesis juga berfungsi untuk ....
   a. perkembangbiakan
   b. pertukaran udara
   c. tempat cadangan air dan makanan
   d. menyerap gas karbon dioksida
8. Oksigen yang dihasilkan dalam proses fotosintesis adalah berasal dari ....
   a. pemecahan molekul karbon dioksida
   b. reaksi klorofil
   c. reaksi karbon dioksida
   d. pemecahan molekul air
9. Klorofil diperlukan daun untuk berfotosintesis sebab klorofil dapat ....
   a. bereaksi penuh dengan air
   b. menyerap energi matahari
   c. menghasilkan oksigen pada reaksinya
   d. mengikat karbon dioksida
10. Contoh tumbuhan yang geraknya tergolong nasti adalah ....
    a. kacang tanah   c. bunga matahari
    b. lamtoro   d. pohon kelapa
11. Salah satu fungsi bulu akar adalah ....
    a. melindungi akar yang masih muda
    b. menegakkan dan memperkokoh berdirinya batang
    c. memperluas bidang penyerapan
    d. menembus lapisan yang keras
12. Alat kelamin betina pada bunga disebut ....
    a. ovum
    b. putik
    c. benang sari
    d. kepala sari

13. Pada bagian daun, terdapat pori-pori untuk pertukaran gas yang disebut ....
    a. lentisel c. floem
    b. xylem d. stomata
14. Pada jaringan epidermis tumbuhan, terdapat lapisan lilin yang berfungsi mengurangi penguapan yang disebut ....
    a. palisade
    b. kutikula
    c. stomata
    d. xylem
15. Jika batang tanaman pacar air yang berdaun dimasukkan ke dalam air berwarna, akan tampak warna pada batangnya. Jika batang tersebut disayat melintang, akan tampak warna pada bagian batang nomor ....

    a. 1
    b. 2
    c. 3
    d. 4

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Tuliskan organ-organ pada tumbuhan?
2. Apakah perbedaan batang monokotil dan dikotil dalam hal ikatan pembuluhnya? Jelaskan.
3. Tuliskan faktor-faktor yang dapat membuat air dan mineral naik ke daun?
4. Jelaskan proses fotosintesis secara sederhana?
5. Tuliskan macam-macam gerak pada tumbuhan. Jelaskan.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Pada saat mencangkok tanaman, bagian apakah yang sesungguhnya dihilangkan?
2. Mengapa pada tumbuhan monokotil tidak dapat dicangkok?
3. Beberapa tumbuhan misalnya kaktus, tidak mempunyai daun. Bagaimana tumbuhan tersebut berfotosintesis?

Bab 7

Sumber: *images.micron.com*

Atom, Ion, dan Molekul

Hasil yang harus kamu capai:

menjelaskan konsep partikel materi.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

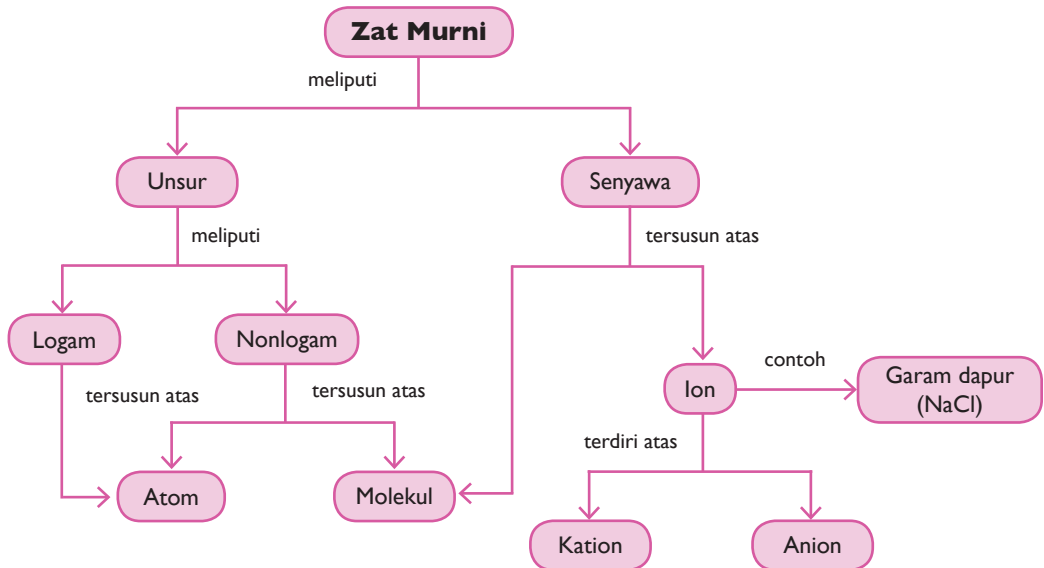
- menjelaskan konsep atom, ion, dan molekul;
- menghubungkan konsep atom, ion, dan molekul dengan produk kimia sehari-hari;
- membandingkan molekul unsur dan molekul senyawa.

A. Atom
B. Molekul
C. Ion

Pada zaman dahulu, banyak para ilmuwan yang kebingungan dengan partikel materi. Apakah yang menjadi bagian terkecil dari suatu materi? Itulah pertanyaan yang pada saat itu menjadi misteri para ilmuwan. Akhirnya, berkat kecerdasan dan keingintahuan para ilmuwan, misteri itu pun perlahan-lahan terjawab. Materi ternyata mengandung partikel-partikel kecil, penyusunnya dapat berupa atom, ion, dan molekul.

Bagaimanakah sistem periodik unsur mendeskripsikan unsur yang terdapat di alam? Apakah perbedaan antara atom, ion, dan molekul? Kamu akan mengetahuinya setelah mempelajari bab ini.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apakah atom memiliki warna? Beri penjelasanmu dengan menggunakan contoh atom karbon (C) yang merupakan penyusun dari grafit dan intan.
2. Logam besi bersifat dapat ditempa, sedangkan garam dapur tidak dapat ditempa. Jelaskan mengapa hal tersebut terjadi dan jika perlu berilah gambar-gambar untuk penjelasan yang telah kamu uraikan.
3. Tuliskan rumus senyawa yang terdiri atas ion magnesium (Mg^{2+}) dan ion fosfat (PO_4^{3-}).

Seperti yang sudah kamu pelajari di kelas VII, materi meliputi zat murni dan campuran. Dua atau lebih zat murni dapat bercampur di antara satu dan lainnya membentuk suatu campuran tanpa kehilangan masing-masing sifatnya. Dengan demikian, komponen-komponen yang terdapat dalam suatu campuran dapat dipisahkan kembali satu sama lainnya dengan menggunakan cara-cara fisika, seperti penyaringan, distilasi, kristalisasi, sublimasi, dan kromatografi.

Berbeda dengan campuran, zat murni tidak dapat dipisahkan menjadi materi yang lebih sederhana dengan menggunakan cara-cara fisika. Zat murni selanjutnya dapat dikelompokkan menjadi unsur dan senyawa. Senyawa merupakan gabungan dari dua atau lebih unsur yang terbentuk melalui reaksi kimia. Dengan demikian, hasil gabungan tersebut merupakan zat baru.

Seperti sudah dibahas di kelas VII, setiap zat mengandung partikel-partikel terkecil yang menyusun zat tersebut. Misalnya, butiran-butiran gula pasir yang terlihat oleh mata kita bukanlah partikel-partikel terkecil dari gula pasir tersebut. Partikel terkecil dari gula pasir tak dapat kita amati secara langsung dengan mata bahkan dengan bantuan mikroskop paling canggih sekalipun. Jadi, seperti apakah bentuk partikel terkecil suatu zat itu? Sampai saat ini, para ahli ilmu pengetahuan alam belum ada yang mengetahuinya. Namun, mereka telah berupaya mengembangkan beragam model dari bentuk partikel terkecil suatu zat berdasarkan data yang mereka kumpulkan.

Setiap zat yang berbeda mengandung komposisi partikel terkecil yang berbeda pula. Misalnya, logam besi disusun oleh partikel-partikel terkecil yang berbeda dengan partikel-partikel terkecil yang menyusun kalsium. Contoh lainnya, air mengandung partikel-partikel terkecil yang

berbeda dengan partikel-partikel terkecil yang menyusun garam dapur. Begitu banyak ragam partikel-partikel terkecil yang ada di alam sesuai dengan beragamnya zat yang ada di alam. Untuk mempermudah mempelajarinya, para ahli telah mengelompokkan partikel-partikel terkecil yang menyusun berbagai macam zat ke dalam tiga golongan, yaitu atom, molekul, dan ion. Tahukah kamu perbedaan di antara ketiganya?

Informasi IPA

Mikroskop mulai membuka dunia dari yang sangat kecil sejak pertengahan 1590-an.

Pada 1670, ilmuwan asal Belanda, **Anton van Leeuwenhoek** menemukan bahwa dalam satu tetes air kolam dapat mengandung 8 juta *animakel* (makhluk dan tumbuhan yang sangat kecil). Ia menggunakan mikroskop tersebut selama hampir 50 tahun. Pada 1665, Robert Hooke asal Inggris mengembangkan mikroskop versi baru. Ia menggunakannya untuk meneliti bentuk tumbuhan

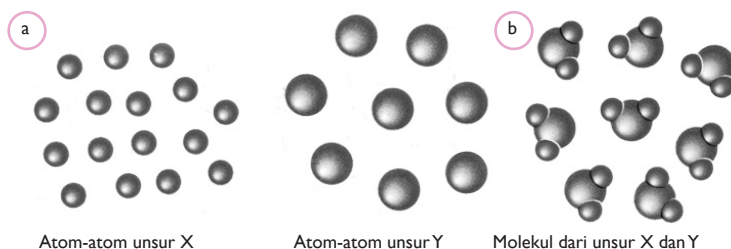
Sumber: *Grolier Science Library: Great Scientists*, 2004

A. Atom

Keberadaan partikel terkecil yang menyusun materi, diajukan kali pertama oleh dua orang ahli filsafat Yunani, yaitu Leucippus dan Democritus sekitar 450 tahun sebelum Masehi. Kedua orang tersebut menyatakan bahwa semua materi disusun oleh partikel-partikel yang sangat kecil sekali dan tak dapat dibagi-bagi lagi yang disebut atom. Atom berasal dari bahasa Yunani, yakni *atomos* (*a* berarti tidak dan *tomos* berarti terbagi).

Telah disinggung sebelumnya bahwa hingga saat ini manusia belum ada yang mampu melihat partikel terkecil dari zat secara langsung maupun dengan bantuan alat mikroskop tercanggih sekalipun. Dengan demikian, bentuk atom itu belum pernah ada yang mengetahuinya.

Berdasarkan berbagai fenomena yang ada, John Dalton (1766–1844) yang merupakan seorang guru kimia dari Inggris, pada 1808 mengajukan pemikiran tentang partikel terkecil yang menyusun materi tersebut. Adapun intisari dari pemikiran John Dalton mengenai atom tersebut, yaitu:

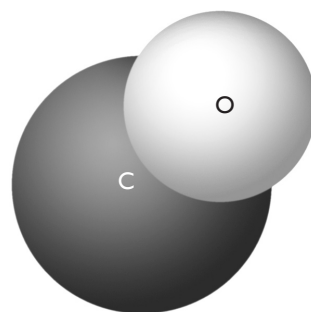
a. Setiap unsur terdiri atas partikel-partikel terkecil yang tak dapat dibagi-bagi lagi, disebut atom.
b. Semua atom dari unsur yang sama memiliki ukuran dan massa yang sama. Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki massa yang berbeda pula (perhatikan Gambar 7.1.a). Dengan demikian, banyaknya macam atom sama dengan banyaknya macam unsur.
c. Atom-atom tidak dapat dirusak. Atom-atom tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan melalui reaksi kimia.
d. Melalui reaksi kimia, atom-atom dari pereaksi akan memiliki susunan yang baru dan akan saling terikat satu sama lain dengan rasio atau perbandingan bilangan tertentu (perhatikan Gambar 7.1.b).

Gambar 7.1

(a) Berdasarkan teori atom Dalton, atom-atom dari unsur yang sama itu identik. Atom-atom unsur X berbeda dengan atom-atom unsur Y.
(b) Molekul senyawa dihasilkan dari penggabungan atom unsur X dan Y dengan perbandingan 2 : 1.

Pemikiran dari Dalton mengenai atom di atas dikenal dengan istilah model atom Dalton. Dengan pemikiran Dalton mengenai atom tersebut maka dapat dikatakan bahwa beragam (ribuan bahkan sampai jutaan) zat-zat yang ada di alam sebenarnya berasal dari partikel-partikel terkecil unsur (atom) yang jumlahnya relatif sangat sedikit (lihat jumlah macam unsur yang terdapat dalam sistem periodik unsur).

Dalam gambar-gambar yang terdapat dalam buku-buku kimia seringkali atom dari unsur yang berbeda diberi warna yang berbeda. Misalnya, warna atom karbon diberi warna hitam sementara atom oksigen diberi warna merah, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.2. Pewarnaan ini bukanlah warna dari atom itu sendiri. Pewarnaan yang berbeda hanya untuk menunjukkan bahwa atom tersebut berasal dari unsur yang berbeda.

Harus diingat bahwa atom-atom dalam keadaan menyendiri atau tunggal tidak memiliki sifat-sifat tertentu, seperti warna, wujud, massa jenis, daya hantar listrik, titik didih, titik leleh, dan sebagainya. Sifat-sifat itu baru muncul jika atom-atom dalam jumlah besar bergabung membentuk kumpulan atom dengan cara-cara tertentu, contohnya adalah grafit dan intan. Kedua zat tersebut memiliki sifat yang berbeda, intan sangat keras dan tembus pandang, sedangkan grafit bersifat lunak, hitam, dan tidak tembus pandang. Kedua zat tersebut memiliki sifat yang berbeda, namun keduanya dibentuk oleh atom dari unsur yang sama, tetapi dengan cara-cara berikatan yang berbeda. Atom yang dimaksud di sini adalah atom karbon. Jika keduanya dibakar maka kedua zat tersebut akan menghasilkan zat yang sama, yaitu karbon dioksida (CO_2).

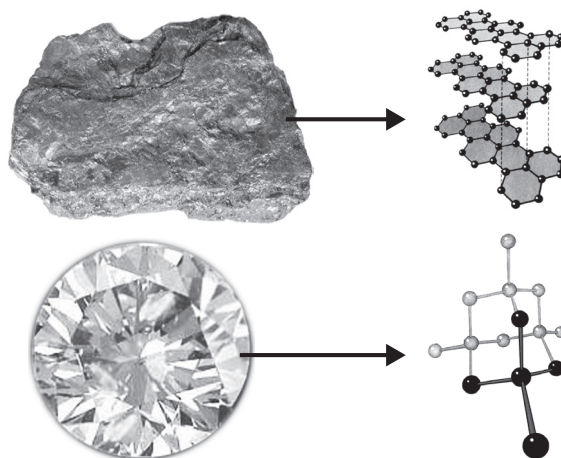
Secara umum, dapat dikatakan bahwa cara atom-atom berikatan ikut menentukan sifat dari zat yang dibentuk. Dalam grafit, terlihat pada Gambar 7.3, bahwa atom-atom karbon membentuk lapisan-lapisan tersendiri. Dalam setiap

Gambar 7.2

Atom karbon dan atom oksigen merupakan jenis atom yang berbeda sehingga untuk membedakannya, model atom-atom tersebut diberi warna atau besarnya dibedakan.

Hal Penting
Key Point

Atom adalah partikel terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki ciri kimia dari unsur tersebut.

Atom is smallest particle of an element that retains the chemicals identity of the element.

lapisan, satu atom karbon memiliki tiga atom yang berdekatan (bertetangga). Sementara dalam intan, atom-atom tersusun lebih rapat, satu atom karbon dikelilingi oleh empat atom karbon.

Sumber: *www.diamondstudsonly.com; www.natur.cuni.com; Chemistry Today*

Gambar 7.3

Grafit dan intan beserta model susunan atom-atomnya.

Unsur-unsur logam seperti natrium, kalsium, tembaga, emas, dan besi dalam keadaan bebasnya atau tidak bersenyawa dengan unsur lain, tersusun atas partikel terkecil materi yang termasuk ke dalam golongan atom. Jadi, sepotong logam besi disusun oleh atom-atom besi yang memiliki struktur atau pola tertentu (lihat Gambar 7.4). Ingatkah kamu pembahasan di kelas VII mengenai perbedaan susunan antarpartikel dalam wujud padat, cair, dan gas?

Gambar 7.4

Model susunan atom besi

Tugas 7.1

Untuk mengingatkan kembali apa yang sudah dipelajari di kelas VII, cobalah gambarkan olehmu susunan antaratom besi dari besi berwujud cair dan padat.

Selain unsur logam, ada juga unsur-unsur bukan logam yang dalam keadaan bebasnya (dalam keadaan tidak bersenyawa dengan unsur lain) tersusun atas atom-atom. Misalnya, unsur-unsur dari golongan gas mulia helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe), dan radon (Rn). Carilah informasi tentang unsur-unsur yang kamu kenal yang dalam keadaan bebasnya tersusun atas atom-atom.

Untuk mempermudah mempelajari tentang sifat-sifat unsur dan senyawanya, para ahli kimia menyusun unsur-unsur dalam suatu sistem periodik unsur. Sistem periodik

unsur merupakan suatu tabel yang berisi daftar semua unsur yang sudah dikenal atau diketahui keberadaannya. Pada tabel sistem periodik unsur, tercantum 118 macam unsur yang sudah berhasil diidentifikasi keberadaannya oleh para ahli. Unsur-unsur tersebut berada dalam keadaan bebas ataupun senyawanya di alam bahkan juga unsur-unsur yang hanya ada di laboratorium saja.

Setiap kolom dalam sistem periodik unsur diberi istilah golongan. Dalam setiap golongan hanya terdapat satu golongan unsur. Dalam satu golongan, unsur-unsur akan disusun sesuai dengan kenaikan nomor massa. Unsur-unsur golongan utama diberi tambahan simbol A di belakang nomor golongannya, misalnya IA, IIA, IIIA, dan seterusnya (perhatikan Gambar 7.5).

Nomor Atom / Simbol / Massa Atom (contoh: 6 C 12.01)

Logam / Semi logam / Nonlogam

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1 H 1.008																	2 He 4.003
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 98.91	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	71 Lu 175.0	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po 209.0	85 At 210.0	86 Rn 222.0
7	87 Fr 223.0	88 Ra 226.0	103 Lr 262.1	104 Rf 261.1	105 Db 262.1	106 Sg 263.1	107 Bh 264.1	108 Hs 265.1	109 Mt 268	110 Uun 269	111 Uuu 272	112 Uub 277	113 Uut	114 Uuq 289	115 Uup	116 Uuh 289	117 Uus	118 Uuo 293

Lantanida	57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm 146.9	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0
Aktinida	89 Ac 227.0	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np 237.0	94 Pu 244.1	95 Am 243.1	96 Cm 247.1	97 Bk 247.1	98 Cf 251.1	99 Es 252.0	100 Fm 257.1	101 Md 258.1	102 No 259.1

Sumber: *www.chem.wisc*

Gambar 7.5

Sistem periodik unsur, terdapat 8 golongan A dan 8 golongan B serta 7 periode.

Beberapa golongan utama mendapat sebutan khusus. Unsur-unsur yang terdapat dalam golongan utama pertama (IA), seperti litium (Li) dan natrium (Na) disebut unsur-unsur golongan logam alkali (hidrogen bukan logam sehingga tidak termasuk logam alkali). Golongan utama kedua (IIA), seperti berilium (Be) dan magnesium (Mg) disebut unsur-unsur logam alkali tanah. Unsur-unsur yang terdapat dalam golongan utama ketujuh (VIIA), seperti fluor (F) dan klor (Cl) disebut unsur-unsur golongan halogen. Adapun unsur-unsur yang terdapat dalam golongan utama kedelapan (VIIIA), seperti helium (He) dan neon (Ne) disebut unsur-unsur golongan gas mulia.

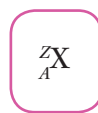
Dmitri Ivanovich Mendeleev
(1834 –1907)

Dmitri Mendeleev adalah seorang kimiawan Rusia yang menemukan tabel periodik unsur. Unsur ke-101 (Md) diberi nama mendelevium sebagai penghargaan atas dirinya.

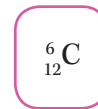
Sumber: *Chemistry for Changing Times*, 2007

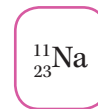
Setiap baris sistem periodik dimulai dengan unsur logam alkali dan berakhir dengan unsur gas mulia. Unsur-unsur yang merupakan satu golongan akan ditemukan kembali sifat atomnya secara periodik dalam setiap baris. Oleh karena itu, baris dalam sistem periodik unsur disebut periode. Periode pertama hanya terdiri atas dua macam unsur, yaitu hidrogen dan helium. Berbeda dengan cara penulisan golongan yang memakai huruf Romawi, nomor periode ditulis dengan angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7.

Dalam sistem periodik unsur, setiap unsur ditulis dalam bentuk lambang unsur disertai dengan identitas yang dimiliki unsur tersebut, yaitu berupa nomor atom dan nomor massa.

$^{Z}_{A}X$

X : Lambang atom
Z : Nomor atom
A : Nomor massa

Misalnya, unsur karbon dan natrium dalam sistem periodik unsur ditulis dalam bentuk:

$^{6}_{12}C$

Lambang atom unsur karbon adalah C.
Nomor atom unsur C adalah 6.
Nomor massa unsur C adalah 12.

$^{11}_{23}Na$

Lambang atom unsur natrium adalah Na.
Nomor atom unsur Na adalah 11.
Nomor massa unsur Na adalah 23.

Setelah mempelajari tentang sistem periodik unsur, sudahlah kamu memahaminya?

Soal Penguasaan Materi 7.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan contoh materi yang memiliki atom sebagai partikel terkecilnya.
2. Jelaskan pengertian atom menurut Dalton.
3. Mengapa unsur-unsur dalam satu golongan memiliki sifat yang mirip? Jelaskan.
4. Tuliskanlah lambang atom, nomor atom, dan nomor massa dari $^{17}_{35,5}Cl$, $^{8}_{16}O$, $^{1}_{1}H$, dan $^{26}_{56}Fe$

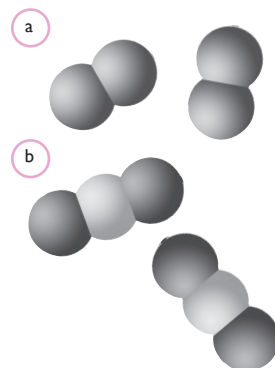
B. Molekul

Banyak partikel terkecil dari suatu zat di alam yang bukan atom, melainkan gabungan dari dua atau lebih atom unsur, baik dari unsur yang sama maupun berbeda. Gabungan dua atom atau lebih yang berasal dari unsur yang sama atau berbeda disebut molekul. Jika atomnya berasal dari unsur yang sama maka molekul tersebut disebut molekul unsur. Jika suatu molekul tersusun atas dua atau lebih atom dari unsur yang berbeda maka disebut molekul senyawa. Tidak seperti unsur logam yang partikel-partikel terkecilnya tersusun atas atom, partikel-partikel terkecil dari unsur-unsur bukan logam dapat berupa atom maupun molekul. Unsur-unsur golongan gas mulia (VIIIA) tersusun atas partikel terkecil kelompok atom. Adapun unsur-unsur golongan halogen (VIIA) tersusun atas molekul unsur.

Untuk memantapkan pemahaman kamu tentang perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa, kita ambil contoh gas oksigen dan gas karbon dioksida (lihat Gambar 7.6). Dari gambar tersebut terlihat bahwa molekul gas oksigen tersusun atas dua atom unsur yang sama, yaitu atom oksigen sehingga molekul oksigen termasuk molekul unsur (rumus O_2), sedangkan molekul-molekul gas karbon dioksida termasuk molekul senyawa karena tersusun atas atom-atom dari unsur yang berbeda, yaitu satu atom karbon dan dua atom oksigen (rumus CO_2).

Contoh lain dari molekul unsur adalah molekul yang dibentuk oleh atom unsur hidrogen. Dua atom unsur hidrogen membentuk molekul unsur diatomik (disusun oleh dua atom) dengan rumus kimia H_2. Selain unsur-unsur golongan halogen, unsur oksigen, dan unsur hidrogen, unsur nitrogen juga tersusun atas molekul diatomik dengan rumus molekul N_2.

Selain mampu membentuk molekul diatomik, beberapa unsur bukan logam juga mampu membentuk molekul poliatomik (molekul unsur yang tersusun atas tiga buah atau lebih atom). Misalnya, ozon (O_3) merupakan molekul yang tersusun atas tiga buah atom unsur oksigen. Adapun belerang mampu membentuk molekul unsur yang tersusun atas 8 atom belerang (S_8).

Contoh zat yang partikel terkecilnya merupakan molekul senyawa adalah air. Air yang biasa kita minum mengandung partikel-partikel terkecil yang disebut molekul air. Molekul

Gambar 7.6

(a) Molekul oksigen
(b) Molekul karbon dioksida

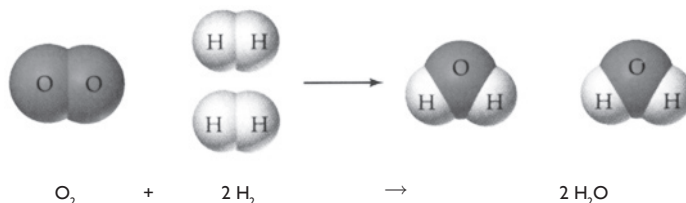
Hal Penting
Key Point

Molekul adalah kelompok atom yang terikat satu sama lain secara kimiawi dan tidak bermuatan.

Molecule is a neutral chemically bonded group of atoms that act as a unit.

air ini tersusun atas dua atom unsur hidrogen dan satu atom unsur oksigen (rumus H_2O). Karena molekul air tersusun dari atom-atom unsur yang berbeda maka molekul air termasuk molekul senyawa. Molekul air dapat dihasilkan dari reaksi antara molekul unsur hidrogen dan molekul unsur oksigen.

Gambar 7.7

Satu molekul oksigen bereaksi dengan dua molekul hidrogen membentuk dua molekul air.

Pada Gambar 7.7, terlihat bahwa molekul unsur hidrogen bereaksi dengan molekul unsur oksigen membentuk molekul senyawa air. Tiap molekul unsur oksigen akan bereaksi dengan dua molekul unsur hidrogen membentuk 2 molekul senyawa air. Jika satu molekul oksigen memerlukan dua molekul unsur hidrogen agar bereaksi sempurna membentuk 2 molekul senyawa air maka 2 molekul unsur oksigen memerlukan 4 molekul unsur hidrogen agar bereaksi sempurna membentuk 4 molekul air.

Pada reaksi tersebut terlihat bahwa dalam reaksi kimia tidak ada kehilangan atom-atom. Jumlah atom H dan O di sebelah kanan sama dengan jumlah atom H dan O di sebelah kiri. Perbedaannya, yaitu masing-masing atom yang di sebelah kiri berikatan dengan atom dari unsur yang sama, sedangkan di sebelah kanan sudah berikatan dengan atom dari unsur lain membentuk molekul senyawa. Jumlah atom pada suatu reaksi akan tetap sehingga fenomena adanya Hukum Kekekalan Massa (jumlah massa zat-zat yang bereaksi sama dengan jumlah massa zat-zat hasil reaksi) dapat dipahami. Selain zat-zat yang telah disebutkan di atas, masih banyak zat-zat di sekitar kita yang partikel terkecilnya berupa molekul. Contohnya adalah gula putih ($C_{12}H_{22}O_{11}$) yaitu zat yang biasa menjadi campuran untuk membuat kopi. Contoh lainnya adalah gas karbon monoksida (CO) dan etanol (C_2H_5OH). Karbon monoksida adalah gas yang dapat meracuni darah kita sehingga menimbulkan kematian. Adapun etanol yaitu zat yang bisa dipakai untuk berbagai keperluan, seperti sterilisasi, campuran minuman keras, dan bahan bakar. Semua zat tersebut tersusun atas partikel-partikel terkecil materi yang disebut molekul.

Soal Penguasaan Materi 7.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan persamaan dan perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa.
2. Suatu campuran mengandung nitrogen, karbon dioksida, uap air, dan oksigen. Tentukanlah setiap molekul tersebut termasuk molekul unsur atau molekul senyawa.
3. Tuliskanlah 3 contoh molekul yang merupakan molekul senyawa dan molekul unsur.

C. Ion

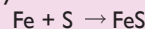
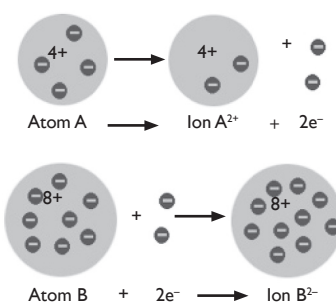
Pada awal abad ke-19, Dalton mengungkapkan bahwa partikel terkecil dari materi adalah atom. Pada pertengahan abad ke-19, banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa banyak zat tidak disusun oleh atom melainkan oleh partikel-partikel bermuatan yang disebut ion. Ukuran partikel ini adalah sekitar ukuran atom dan molekul. Contoh: orang sudah mengenal bahwa lelehan garam dan larutan garam dalam air dapat menghantarkan listrik. Dalam peristiwa tersebut, muatan listrik mengalir dengan cara yang berbeda dibandingkan dalam logam. Dalam logam, muatan listrik dibawa oleh elektron. Sebaliknya, dalam lelehan garam atau larutan garam dalam air, muatan listrik dibawa oleh ion-ion (ion positif dan negatif).

Dengan demikian, partikel terkecil dari materi tidak hanya berbentuk atom dan molekul, tetapi juga dapat berbentuk ion. Muatan elektron merupakan jumlah muatan terkecil yang disebut sebagai muatan dasar (e). Muatan ion adalah satu kali atau beberapa kali muatan dasar tersebut. Karena itu, muatan ion hanya dituliskan dengan angka satu atau kelipatan dari muatan tersebut. Logam-logam membentuk ion-ion bermuatan positif (kation). Ion-ion unsur bukan logam sebagian besar membentuk ion bermuatan negatif (anion).

Atom-atom dalam keadaan netral mengandung muatan positif dan negatif yang sama jumlahnya. Atom-atom tersebut berubah menjadi ion saat menerima atau melepaskan elektron (lihat Gambar 7.8). Apakah suatu ion bermuatan satu atau beberapa kali dari muatan dasar dapat diperkirakan dari letak unsur yang bersangkutan dalam sistem periodik unsur? Ion-ion logam alkali (IA) selalu membentuk ion-ion bermuatan positif satu, misalnya ion litium (Li^+), ion natrium (Na^+), dan ion kalium (K^+). Ion-ion logam alkali tanah (IIA) memiliki muatan positif dua, misalnya ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}).

Informasi IPA

Besi dan belerang bergabung membentuk besi(II) sulfida (FeS). Masing-masing atom besi kehilangan dua elektron, sedangkan atom-atom belerang memperoleh dua elektron. Senyawa FeS tidak tampak berwarna kuning, seperti belerang dan magnet tidak dapat menarik besi karena sekarang besi telah terikat dengan belerang secara ikatan ion membentuk senyawa ion FeS. Persamaan kimianya ditulis:

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

Sumber: *General Chemistry Principles and Modern Applications*, 2007

Gambar 7.8

Pembentukan ion-ion dari atom dalam model roti kismis.

Ilmuwan IPA

J. J. Thomson
(1856 –1940)

Thomson mengungkapkan bahwa setiap atom terdiri atas sejumlah elektron dan sejumlah muatan positif untuk menyeimbangkan muatan negatifnya.

Sumber: *General Chemistry Principles and Modern Application*, 2007

Hal Penting
Key Point

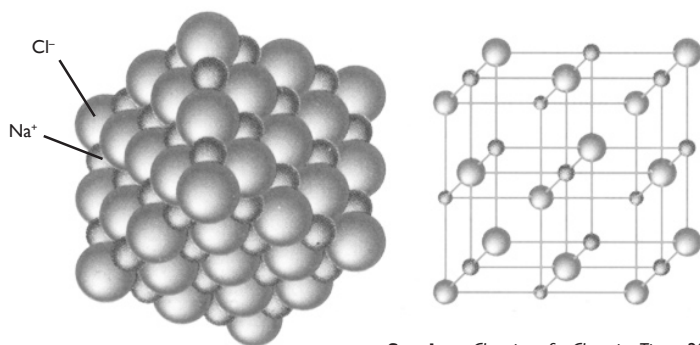
Ion adalah partikel atau kelompok atom yang memiliki muatan positif atau negatif sebab ia telah kehilangan atau menerima elektron.

Ion is particle or goup of atoms that has a positive or negatif charge because it has lost or gained electrons.

Seperti halnya ion-ion dari unsur logam, ion-ion dari unsur bukan logam dapat diperkirakan muatannya berdasarkan letak unsur tersebut dalam sistem periodik unsur. Ion-ion dari unsur golongan halogen (VIIA) selalu bermuatan negatif satu, yaitu ion fluorida (F^-), ion klorida (Cl^-), ion bromida (Br^-), dan ion iodida (I^-). Ion-ion dari golongan VIA, seperti oksigen membentuk ion bermuatan negatif dua, oksida (O^{2-}) atau belerang yang juga membentuk ion bermuatan negatif dua, sulfida (S^{2-}). Dari unsur golongan VA, orang mengenal unsur nitrogen yang mampu membentuk ion bermuatan negatif tiga, nitrida (N^{3-}). Adapun unsur-unsur golongan gas mulia VIIIA tidak membentuk ion.

Di samping ion yang berasal dari satu buah atom unsur (monoatom), terdapat pula ion yang berasal dari gabungan dua atau lebih atom unsur yang berbeda (poliatom). Misalnya, ion sulfat bermuatan negatif dua (SO_4^{2-}), ion nitrat bermuatan negatif satu (NO_3^-), ion asetat bermuatan negatif satu (CH_3COO^-), ion amonium yang bermuatan positif satu (NH_4^+), dan ion hidroksil yang bermuatan negatif satu (OH^-).

Zat-zat yang tersusun atas ion memiliki muatan listrik netral. Hal ini disebabkan oleh jumlah muatan positif dan negatif yang sama. Contoh: natrium klorida (NaCl) tersusun atas ion natrium yang bermuatan positif satu dan ion klor yang bermuatan negatif satu dalam perbandingan 1 : 1, magnesium klorida ($MgCl_2$) tersusun atas ion magnesium yang bermuatan positif dua dan dua ion klor yang bermuatan negatif satu dalam perbandingan jumlah ion magnesium dan jumlah ion klor = 1 : 2. Dengan demikian, jumlah muatan positif yang berasal dari ion magnesium sama dengan jumlah muatan negatif yang berasal dari ion-ion klor. Dalam aluminium klorida ($AlCl_3$), satu ion aluminium yang bermuatan positif tiga dinetralkan oleh tiga ion klor yang bermuatan negatif satu.

Antara ion-ion positif dan negatif yang menyusun suatu garam saling tarik-menarik satu dengan lainnya membentuk kisi kristal. Kisi kristal ini beragam jenisnya, bergantung pada macam perbandingan ukuran ion positif dan negatif yang berikatan. Berikut ini digambarkan salah satu model kisi kristal dari senyawa garam dapur atau natrium klorida (NaCl).

Sumber: *Chemistry for Changing Times*, 2007

Gambar 7.9

Model kisi kristal NaCl

Pada Gambar 7.9 terlihat bahwa satu ion natrium dikelilingi oleh enam ion klor. Sebaliknya, satu ion klor dikelilingi oleh enam ion natrium. Keteraturan ini dimiliki oleh setiap ion natrium dan ion klor. Dengan demikian, kedua ion tersebut tidak membentuk molekul melainkan membentuk suatu kisi kristal. Tiap-tiap ion tetap berada pada tempatnya. Ini bisa menjelaskan mengapa padatan garam dapur tidak dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan lelehannya dapat menghantarkan arus listrik. Ketika natrium klorida (NaCl) dilarutkan dalam air maka kisi kristal NaCl akan terurai membentuk ion natrium dan ion klor. Kedua ion tersebut akan berinteraksi dengan molekul air, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.10.

Gambar 7.10

Interaksi ion Na^+ dan ion Cl^- terhadap molekul air.

Ion-ion yang bermuatan berlawanan ini memiliki gaya tarik listrik yang kuat. Ikatan kimia yang terjadi karena gaya tarik listrik ini disebut ikatan ion. Senyawa yang terbentuk karena adanya ikatan ion disebut senyawa ion. Adanya gaya tarik yang kuat ini bisa menjelaskan mengapa garam-garam atau senyawa ion umumnya memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi, jauh lebih tinggi dari zat-zat yang tersusun atas molekul-molekul.

Setelah mempelajari ion, sudahkah kamu memahaminya? Kerjakanlah soal-soal berikut untuk menguji pemahamanmu.

Soal Penguasaan Materi 7.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan pengertian dari anion dan kation.
2. Tuliskan beberapa contoh senyawa yang disusun oleh ion.
3. Suatu senyawa dilarutkan dalam air dan terjadi ionisasi seperti berikut.
   $Al_2(SO_4)_3(s) + H_2O \rightarrow 2\,Al^{3+}(aq) + 3\,SO_4^{2-}(aq)$
   Tuliskanlah muatan setiap spesi yang terlibat dalam pelarutan tersebut.
4. Mengapa NaCl padat tidak dapat menghantarkan listrik, tetapi NaCl yang dilarutkan dalam air dapat menghantarkan listrik?

Rangkuman

- Setiap zat tersusun atas partikel-partikel terkecil dari zat tersebut. Partikel-partikel terkecil penyusun zat bisa berupa atom, molekul, atau ion.
- Atom dari unsur yang sama adalah sama dan atom dari unsur-unsur yang berbeda akan berbeda pula. Unsur-unsur logam dalam keadaan bebas (tidak bersenyawa) tersusun atas partikel-partikel terkecil, yaitu atom.
- Unsur-unsur dari golongan bukan logam, tersusun atas partikel-partikel terkecil berupa atom atau molekul. Dua atau lebih atom dapat bergabung membentuk molekul.
- Jika atom yang bergabung berasal dari unsur yang sama maka molekul yang terbentuk disebut molekul unsur.
- Jika atom-atom yang bergabung berasal dari unsur yang berbeda maka molekul yang terbentuk disebut molekul senyawa.
- Tidak semua senyawa terbentuk dari gabungan dua atau lebih atom unsur. Banyak senyawa yang ada di alam merupakan gabungan dari partikel-partikel bermuatan yang disebut ion.
- Ion-ion yang bermuatan positif (kation) berikatan dengan ion bermuatan negatif (anion) melalui ikatan ion dan membentuk senyawa ion.
- Jumlah muatan listrik dalam suatu senyawa yang tersusun atas ion positif dan negatif adalah netral.
- Ion bisa berasal dari satu atau lebih jenis unsur. Senyawa yang tersusun atas ion-ion tidak membentuk molekul melainkan kisi kristal.
- Dalam suatu kisi kristal, ion-ion yang saling berlawanan tersusun dengan susunan antarion tertentu.
- Kuatnya ikatan antarion dapat menjelaskan mengapa garam-garam umumnya memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi daripada zat-zat yang partikel terkecilnya adalah molekul.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Atom, Ion, dan Molekul. Materi ini menarik untuk dipelajari, alam semesta yang begitu kompleks ini tersusun atas materi-materi yang masih memerlukan penelitian. Sangat menarik, bukan? Selain itu, dengan mempelajari bab ini, kamu bisa mendapatkan begitu banyak manfaat. Misalnya, kamu dapat mengetahui perbedaan antara atom, ion, dan molekul pada suatu materi. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat yang lainnya?

Dalam mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian manakah yang kamu anggap sulit? Diskusikanlah kesulitan yang kamu pelajari pada bab ini dengan guru atau temanmu agar kamu lebih memahami materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 7

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Unsur tersusun atas partikel-partikel terkecil yang disebut atom. Teori ini dikemukakan oleh ....
   a. Leucippus
   b. Democritus
   c. Dalton
   d. Thomson
2. Berikut ini merupakan bentuk materi, *kecuali* ....
   a. unsur
   b. senyawa
   c. golongan
   d. campuran
3. Materi yang partikel terkecilnya atom adalah ....
   a. logam emas
   b. gas oksigen
   c. gas nitrogen
   d. air
4. Senyawa yang *tidak* tersusun atas ion-ion adalah ....
   a. NaCl
   b. H_2O
   c. KNO_3
   d. $CaCO_3$
5. Rumus kimia berikut yang merupakan molekul senyawa adalah ....
   a. O_3
   b. Co
   c. Cl_2
   d. HCl
6. Rumus kimia berikut yang termasuk molekul unsur adalah ....
   a. O_2
   b. Co
   c. NO
   d. HCl
7. Partikel terkecil dari materi yang bermuatan negatif disebut ....
   a. anion
   b. kation
   c. elektron
   d. molekul
8. Suatu zat yang dengan reaksi kimia tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain disebut ....
   a. unsur
   b. molekul
   c. senyawa
   d. campuran
9. Ion kalium yang bermuatan positif satu (K^+) jika berikatan dengan satu ion klorida yang bermuatan negatif satu (Cl^-) akan membentuk senyawa dengan rumus ....
   a. KCl_2
   b. KCl
   c. K_2Cl
   d. K_2Cl_2
10. Lelehan gula putih tidak menghantarkan listrik, sedangkan lelehan garam dapur (cair) dapat menghantarkan listrik. Hal ini disebabkan karena ....
    a. gula merupakan unsur bukan logam
    b. gula merupakan senyawa
    c. garam dapur tersusun dari partikel bermuatan
    d. garam dapur merupakan senyawa
11. Pernyataan yang *tidak* benar tentang asam askorbat atau vitamin C yang memiliki rumus kimia $C_6H_8O_6$ adalah ....
    a. pada tiap molekulnya terdapat tiga macam atom unsur
    b. pada tiap molekulnya terdapat 20 buah atom unsur
    c. partikel terkecilnya berupa atom
    d. partikel terkecilnya berupa molekul

12. Pernyataan yang benar tentang garam dapur yang memiliki rumus kimia NaCl adalah ....
    a. pada tiap molekulnya terdapat empat macam atom unsur
    b. partikel terkecilnya berupa ion-ion
    c. partikel terkecilnya berupa molekul
    d. partikel terkecilnya berupa atom
13. Rumus kimia $2H_2$ menyatakan ....
    a. 2 atom H
    b. 2 atom H_2
    c. 2 molekul H
    d. 2 molekul H_2
14. Pernyataan yang benar tentang gas karbon monoksida (CO) dan gas karbon dioksida (CO_2) adalah ....
    a. partikel terkecil dari kedua gas tersebut berupa molekul
    b. partikel terkecil dari gas-gas tersebut mengandung jumlah atom yang sama
    c. kedua gas tersebut memiliki sifat yang sama
    d. keberadaan CO di udara tidak berbahaya bagi sistem pernapasan manusia
15. Molekul senyawa terdapat dalam zat dengan rumus kimia ....
    a. N_2
    b. Co
    c. CO
    d. O_2

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Tuliskan rumus kimia karbon dioksida, air, dan oksigen yang merupakan komponen proses fotosintesis.
2. Tuliskan ion-ion yang menyusun senyawa dengan rumus $KMnO_4$, $BaCO_3$, $MgSO_4$, dan KCl.
3. Pada bagian awal bacaan bab ini terdapat satu diagram alur yang berisi tentang konsep-konsep penting (terdapat dalam kotak) yang telah kamu pelajari dalam bab ini. Hubungan bermakna antara konsep-konsep tersebut ditunjukkan oleh kata penghubung. Sekarang, cobalah kamu perhatikan lagi setiap konsep yang ada dalam peta konsep tersebut, kemudian jelaskan dengan kata-kata sendiri mengenai arti dari setiap konsep tersebut beserta kaitannnya dengan konsep yang lain.
4. Salah satu zat kimia yang biasa dipakai sebagai pupuk oleh para petani memiliki rumus KCl. Menurut perkiraanmu, apakah larutan zat tersebut dalam air dapat menghantarkan arus listrik? Berikanlah penjelasannya.
5. Buatlah gambar yang memuat tentang imajinasi kamu mengenai jenis-jenis partikel yang ada dalam larutan KCl dalam air.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Lihatlah salah satu etiket minuman air mineral dalam kemasan yang mengandung data tentang kandungan zat terlarutnya. Berdasarkan etiket tersebut, partikel apa saja yang terdapat dalam air kemasan tersebut? Golongkan jenis partikel tersebut ke dalam atom, ion, atau molekul. Buatlah gambar yang menunjukkan tentang imajinasimu mengenai keberadaan partikel-partikel tersebut dalam air kemasan tersebut.

Bab 8

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Bahan Kimia dalam Kehidupan

Hasil yang harus kamu capai:

memahami kegunaan bahan kimia dalam kehidupan.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- mencari informasi tentang kegunaan dan efek samping bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari;
- mengomunikasikan informasi tentang kegunaan dan efek samping bahan kimia;
- mendeskripsikan bahan kimia alami dan bahan kimia buatan dalam kemasan yang terdapat dalam bahan makanan;
- mendeskripsikan sifat/pengaruh zat adiktif dan psikotropika;
- menghindarkan diri dari pengaruh zat adiktif dan psikotropika.

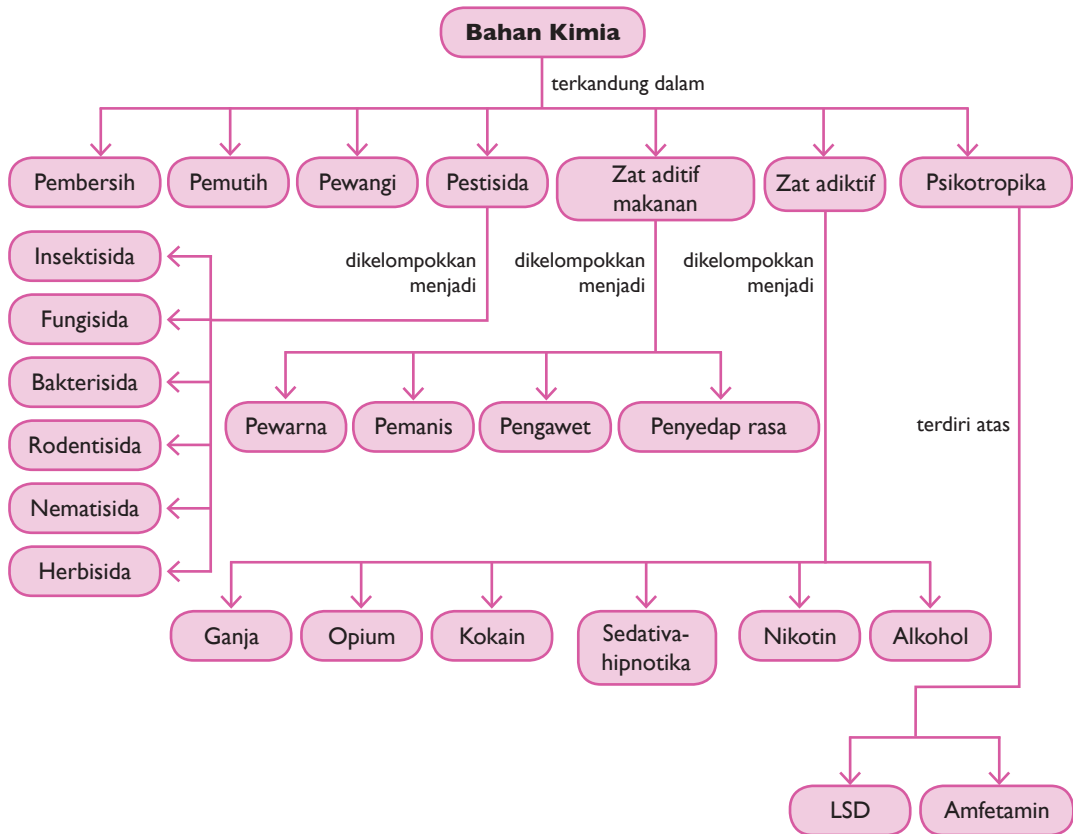
Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi telah menghasilkan produk-produk industri yang dapat memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Bahan kimia yang telah diketahui manfaatnya dikembangkan dengan cara membuat produk-produk yang berguna untuk kepentingan manusia dan lingkungannya. Oleh karena itu, kita perlu mengetahui jenis, sifat-sifat, kegunaan, dan efek samping dari setiap produk yang kita gunakan atau kita lihat sehari-hari.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Bahan Kimia

terkandung dalam

- Pembersih
- Pemutih
- Pewangi
- Pestisida — dikelompokkan menjadi
  - Insektisida
  - Fungisida
  - Bakterisida
  - Rodentisida
  - Nematisida
  - Herbisida
- Zat aditif makanan — dikelompokkan menjadi
  - Pewarna
  - Pemanis
  - Pengawet
  - Penyedap rasa
- Zat adiktif — dikelompokkan menjadi
  - Ganja
  - Opium
  - Kokain
  - Sedativa-hipnotika
  - Nikotin
  - Alkohol
- Psikotropika — terdiri atas
  - LSD
  - Amfetamin

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawaban kamu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Menurut pendapat kamu, apakah makanan yang kamu makan dan sabun yang kamu pakai untuk membersihkan badan termasuk zat murni atau campuran? Beri penjelasannya.
2. Jelaskan bagaimana sabun dan detergen dapat berfungsi untuk membersihkan pakaian atau benda-benda lain yang terkena kotoran, seperti minyak atau lemak.
3. Jelaskan bagaimana keluarga, masyarakat, sekolah, dan pemerintah dapat berperan dalam memberantas penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika.

A. Bahan Kimia yang Ada di Rumah

Zat-zat yang ada dalam kehidupan kita sehari-hari kebanyakan tidak dalam keadaan murni, melainkan bercampur dengan dua atau lebih zat lainnya. Seperti telah kamu pelajari di kelas VII, campuran suatu zat akan tetap mempertahankan sifat-sifat unsurnya. Oleh karena itu, suatu bahan kimia akan dipengaruhi oleh sifat, kegunaan, atau efek dari zat-zat yang menyusunnya. Kekuatan pengaruh sifat masing-masing zat bergantung pada kandungan zat dalam bahan yang bersangkutan. Banyak ragam bahan kimia yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Namun, pada bab ini hanya akan dibahas beberapa kelompok bahan kimia saja. Bahan kimia yang dimaksud, di antaranya adalah:

1. pembersih;
2. pemutih pakaian;
3. pewangi;
4. pestisida;
5. zat aditif makanan;
6. zat adiktif; dan
7. zat psikotropika.

Sumber: *www.wingscorp.com; Dokumentasi Penerbit*

Gambar 8.1

Produk-produk di rumah tangga yang digunakan sebagai bahan kimia pembersih.

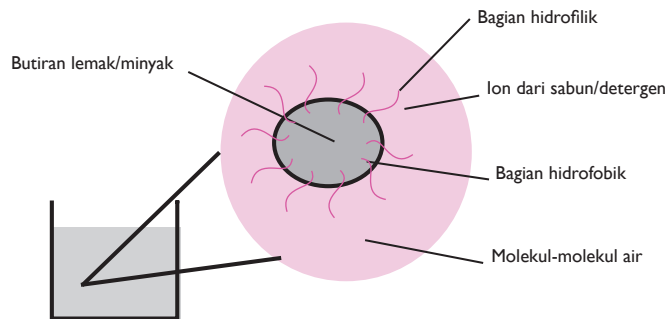
1. Bahan Kimia Pembersih

Dalam kehidupan sehari-hari, kita mengenal berbagai bahan kimia pembersih, di antaranya sabun dan detergen, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.1. Sabun dan detergen dapat menjadikan lemak dan minyak yang tadinya tidak dapat bercampur dengan air menjadi mudah bercampur. Sabun dan detergen dalam air dapat melepaskan sejenis ion yang memiliki bagian yang suka air (hidrofilik) sehingga

Hal Penting
Key Point

Sabun adalah garam alkali (Na, K, atau L) dari asam lemak.Biodegradabel adalah kemampuan suatu senyawa untuk terurai secara alamiah dengan berjalannya waktu.

Soap is alkali metal (Na, K, or Li) salts of fatty acids. Biodegradable is ability of a compound to decompose naturally over time.

dapat larut dalam air dan bagian yang tidak suka akan air (hidrofobik) sehingga larut dalam minyak atau lemak. Jika dalam pakaian yang dicuci dengan detergen terdapat kotoran lemak maka bagian ion yang bersifat hidrofobik masuk ke dalam butiran lemak atau minyak dan bagian ion tersebut yang bersifat hidrofilik akan mengarah ke pelarut air. Keadaan ini menyebabkan butiran-butiran minyak akan saling tolak-menolak karena menjadi bermuatan sejenis. Akibatnya, kotoran lemak atau minyak yang telah lepas dari pakaian tidak dapat saling bersatu lagi dan tetap berada dalam larutan. Sebagai ilustrasi dari penjelasan tersebut, perhatikan Gambar 8.2 berikut.

Gambar 8.2

Butiran lemak/minyak dan air bercampur dengan bantuan ion dari sabun/detergen.

Kita perlu hati-hati dalam memilih bahan pembersih, bahan tersebut jangan sampai menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap lingkungan. Beberapa jenis detergen sukar diuraikan oleh pengurai. Jika detergen ini bercampur dengan air tanah yang dijadikan sumber air minum manusia atau binatang ternak maka air tanah tersebut akan membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, kita sebaiknya memilih detergen yang limbahnya dapat diuraikan oleh mikrorganisme (*biodegradable*). Pengaruh buruk yang dapat ditimbulkan oleh pemakaian detergen yang tidak selektif atau tidak hati-hati adalah:

a. rusaknya keindahan lingkungan perairan;
b. terancamnya kehidupan hewan-hewan yang hidup di air; dan
c. merugikan kesehatan manusia.

2. Pemutih Pakaian

Pemutih biasanya dijual dalam bentuk larutannya (lihat Gambar 8.3) dan digunakan untuk menghilangkan kotoran atau noda berwarna yang sukar dihilangkan dengan hanya menggunakan sabun atau detergen. Larutan pemutih yang dijual di pasaran biasanya mengandung bahan aktif natrium hipoklorit (NaOCl) sekitar 5%. Selain digunakan sebagai

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 8.3

Produk rumah tangga yang digunakan sebagai pemutih pakaian.

pemutih dan membersihkan noda, juga digunakan untuk desinfektan (membasmi kuman). Pada umumnya, bahan pemutih yang dijual di pasaran sudah aman untuk dipakai selama pemakaiannya sesuai dengan petunjuk. Selain dengan noda, zat ini juga bisa bereaksi dengan zat warna pakaian sehingga dapat memudarkan warna pakaian. Oleh karena itu, pemakaian pemutih ini harus sesuai petunjuk.

3. Pewangi

Pewangi merupakan bahan kimia lain yang erat kaitannya dengan kehidupan kita sehari-hari. Kita dapat memperoleh bahan pewangi dari bahan alam maupun sintetik. Bahan pewangi alami yang sudah kita kenal di antaranya diperoleh dari daun kayu putih, kulit kayu manis, batang kayu cendana, bunga kenanga, bunga melati, dan buah pala. Bahan pewangi sintetik biasanya dipakai dalam berbagai pewangi atau parfum dalam kemasan, seperti pada Gambar 8.4. Selain zat yang menimbulkan aroma wangi, pewangi yang dijual di pasaran biasanya mengandung zat-zat lain, seperti alkohol untuk pewangi yang berbentuk cair dan tawas untuk pewangi yang berbentuk padat.

Selain alkohol, masih terdapat beragam zat tambahan lainnya yang sengaja ditambahkan ke dalam pewangi agar parfum mudah disemprotkan (zat tersebut berfungsi sebagai propelan). Di antara zat-zat tambahan yang dapat berfungsi sebagai propelan tersebut ada yang dapat mencemari lingkungan. Propelan tertentu jika lepas ke udara kemudian masuk ke atmosfer bagian atas akan merusak lapisan ozon (suatu lapisan di udara bagian atas yang melindungi manusia dari sinar-sinar berenergi tinggi, seperti sinar ultra violet). Untuk itu, kita harus selektif ketika membeli produk berupa parfum, jangan sampai mengandung bahan kimia yang dapat mencemari lingkungan.

Sumber: *www.strawberrynet.com; www.parfume.lv*

Gambar 8.4

Parfum sering digunakan orang untuk memperharum diri.

4. Pestisida

Bahan kimia jenis pestisida erat sekali dengan kehidupan para petani. Pestisida dipakai untuk memberantas hama tanaman sehingga tidak mengganggu hasil produksi pertanian. Pestisida meliputi semua jenis obat (zat/bahan kimia) pembasmi hama yang ditujukan untuk melindungi tanaman dari serangan serangga, jamur, bakteri, virus, tikus, bekicot, dan nematoda (cacing). Pestisida yang biasa digunakan para petani dapat digolongkan menurut fungsi dan sasaran penggunaannya, yaitu:

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 8.5

Insektisida tersedia dalam kemasan yang dapat digunakan setiap saat dengan mudah.

a. Insektisida, yaitu pestisida yang digunakan untuk memberantas serangga, seperti belalang, kepik, wereng, dan ulat. Beberapa jenis insektisida juga dipakai untuk memberantas sejumlah serangga pengganggu yang ada di rumah, perkantoran, atau gudang, seperti nyamuk, kutu busuk, rayap, dan semut. Contoh insektisida adalah basudin, basminon, tiodan, diklorovinil dimetil fosfat, dan diazinon. Gambar 8.5 merupakan contoh produk insektisida untuk memberantas nyamuk.

b. Fungisida, yaitu pestisida yang dipakai untuk memberantas dan mencegah pertumbuhan jamur atau cendawan. Bercak yang ada pada daun, karat daun, busuk daun, dan cacar daun disebabkan oleh serangan jamur. Beberapa contoh fungisida adalah tembaga oksiklorida, tembaga(I) oksida, karbendazim, organomerkuri, dan natrium dikromat.

c. Bakterisida, yaitu pestisida untuk memberantas bakteri atau virus. Pada umumnya, tanaman yang sudah terserang bakteri sukar untuk disembuhkan. Oleh karena itu, bakterisida biasanya diberikan kepada tanaman yang masih sehat. Salah satu contoh dari bakterisida adalah *tetramycin*, sebagai pembunuh virus CVPD yang menyerang tanaman jeruk.

d. Rodentisida, yaitu pestisida yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa hewan pengerat, seperti tikus. Rodentisida dipakai dengan cara mencampurkannya dengan makanan kesukaan tikus. Dalam meletakkan umpan tersebut harus hati-hati, jangan sampai termakan oleh binatang lain. Contoh dari pestisida jenis ini adalah warangan.

Sumber: *www.ekuator.com*

Gambar 8.6

Peralatan pembasmi hama yang digunakan petani.

e. Nematisida, yaitu pestisida yang digunakan untuk memberantas hama tanaman jenis cacing (nematoda). Hama jenis cacing biasanya menyerang akar dan umbi tanaman. Oleh karena pestisida jenis ini dapat merusak tanaman maka pestisida ini harus sudah ditaburkan pada tanah tiga minggu sebelum musim tanam. Contoh dari pestisida jenis ini adalah DD, vapam, dan dazomet.

f. Herbisida, yaitu pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma), seperti alang-alang, rerumputan, dan eceng gondok. Contoh dari herbisida adalah ammonium sulfonat dan pentaklorofenol.

Penggunaan pestisida telah menimbulkan dampak yang negatif, baik itu bagi kesehatan manusia maupun bagi kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, penggunaannya harus dilakukan sesuai dengan aturan. Beberapa dampak negatif yang dapat timbul akibat penggunaan pestisida, di antaranya:

a. Terjadinya pengumpulan pestisida (akumulasi) dalam tubuh manusia karena beberapa jenis pestisida sukar terurai. Pestisida yang terserap tanaman akan terdistribusi ke dalam akar, batang, daun, dan buah. Jika tanaman ini dimakan hewan atau manusia maka pestisidanya akan terakumulasi dalam tubuh sehingga dapat memunculkan berbagai risiko bagi kesehatan hewan maupun manusia.
b. Munculnya hama spesies baru yang lebih tahan terhadap takaran pestisida. Oleh karena itu, diperlukan dosis pemakaian pestisida yang lebih tinggi atau pestisida lain yang lebih kuat daya basminya. Jika sudah demikian maka risiko pencemaran akibat pemakaian pestisida akan semakin besar baik terhadap hewan maupun lingkungan, termasuk juga manusia sebagai pelakunya.

Ternyata, penggunaan pestisida selain memberikan keuntungan juga dapat memberikan kerugian. Oleh karena itu, penyimpanan dan penggunaan pestisida apapun jenisnya harus dilakukan secara hati-hati dan sesuai petunjuk. Untuk mengurangi dampak penggunaan pestisida dapat dilakukan dengan cara menggunakan pestisida alami atau pestisida yang dibuat dari bahan-bahan alami. Misalnya, air rebusan batang dan daun tomat dapat dipakai dalam memberantas ulat dan lalat hijau. Selain contoh tersebut, masih banyak tumbuhan lain yang dapat bertindak sebagai pestisida alami, seperti tanaman mindi, bunga mentega, rumput mala, tuba, kunir, dan kucai.

Tugas 8.1

Buatlah tugas secara berkelompok (3 – 4 orang/kelompok) untuk mencari informasi mengenai nama dagang/produk/merk pestisida yang dijual di toko yang ada di lingkungan sekitarmu beserta nama sasaran hamanya. Tuliskanlah informasi yang berhasil kamu kumpulkan ke dalam tabel, seperti berikut.

Pembahasan UN

Bahan kimia yang berguna untuk memberantas gulma adalah ....
(UAN 2003)
a. insektisida
b. fungisida
c. herbisida
d. larvarida

Jawaban (c)

Gulma merupakan tanaman pengganggu. Gulma dapat diberantas dengan menggunakan herbisida.

No.	Nama Dagang/ Merk	Jenis (Beri Tanda ✓ pada Kolom yang Sesuai)					Hama Sasaran
		Insektisida	Fungisida	Rodentisida	Nematisida	Herbisida	
1. 2. 3. 4. 5.							

Soal Penguasaan Materi 8.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan bahan kimia.
2. Jelaskan perbedaan antara bahan kimia alami dan bahan kimia sintetik.
3. Jelaskan kegunaan bagian hidrofilik dan bagian hidrofobik pada detergen.
4. Apakah perbedaan antara detergen dan pemutih?
5. Tuliskan contoh-contoh barang kebutuhan sehari-hari yang menggunakan pewangi.
6. Apakah dampak negatif dari penggunaan pestisida?

Sumber: *cybershopping.cbn.net.id; ejiv.com*

Gambar 8.7

Kue cokelat biasanya memakai zat aditif, seperti bahan pewarna, pemanis, penyedap rasa, bahkan pengawet.

B. Zat Aditif dalam Bahan Makanan

Setiap hari kita memerlukan makanan untuk mendapatkan energi (karbohidrat dan lemak) dan untuk pertumbuhan sel-sel baru, menggantikan sel-sel yang rusak (protein). Selain itu, kita juga memerlukan makanan sebagai sumber zat penunjang dan pengatur proses dalam tubuh, yaitu vitamin, mineral, dan air.

Sehat tidaknya suatu makanan tidak bergantung pada ukuran, bentuk, warna, kelezatan, aroma, atau kesegarannya, tetapi bergantung pada kandungan zat yang diperlukan oleh tubuh. Suatu makanan dikatakan sehat apabila mengandung satu macam atau lebih zat yang diperlukan oleh tubuh. Setiap hari, kita perlu mengonsumsi makanan yang beragam agar semua jenis zat yang diperlukan oleh tubuh terpenuhi. Hal ini dikarenakan belum tentu satu jenis makanan mengandung semua jenis zat yang diperlukan oleh tubuh setiap hari.

Supaya orang tertarik untuk memakan suatu makanan, seringkali kita perlu menambahkan bahan-bahan tambahan ke dalam makanan yang kita olah. Bisa kita perkirakan bahwa seseorang tentu tidak akan punya selera untuk memakan sayur sop yang tidak digarami atau bubur kacang hijau yang tidak memakai gula. Dalam hal ini, garam dan

gula termasuk bahan tambahan. Keduanya termasuk jenis zat aditif makanan. Zat aditif bukan hanya garam dan gula saja, tetapi masih banyak bahan-bahan kimia lain.

Zat aditif makanan ditambahkan dan dicampurkan pada waktu pengolahan makanan untuk memperbaiki tampilan makanan, meningkatkan cita rasa, memperkaya kandungan gizi, menjaga makanan agar tidak cepat busuk, dan lain sebagainya (perhatikan Gambar 8.7). Bahan yang tergolong ke dalam zat aditif makanan harus dapat:

1. memperbaiki kualitas atau gizi makanan;
2. membuat makanan tampak lebih menarik;
3. meningkatkan cita rasa makanan; dan
4. membuat makanan menjadi lebih tahan lama atau tidak cepat basi dan busuk.

Zat-zat aditif tidak hanya zat-zat yang secara sengaja ditambahkan pada saat proses pengolahan makanan berlangsung, tetapi juga termasuk zat-zat yang masuk tanpa sengaja dan bercampur dengan makanan. Masuknya zat-zat aditif ini mungkin terjadi saat pengolahan, pengemasan, atau sudah terbawa oleh bahan-bahan kimia yang dipakai.

Zat aditif makanan dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. zat aditif yang berasal dari sumber alami, seperti lesitin dan asam sitrat;
2. zat aditif sintetik dari bahan kimia yang memiliki sifat serupa dengan bahan alami yang sejenis, baik susunan kimia maupun sifat/fungsinya, seperti amil asetat dan asam askorbat.

Berdasarkan fungsinya, baik alami maupun sintetik, zat aditif dapat dikelompokkan sebagai zat pewarna, pemanis, pengawet, dan penyedap rasa. Zat aditif dalam produk makanan biasanya dicantumkan pada kemasannya, seperti terlihat pada Gambar 8.8.

Komposisi Mi : Tepung terigu, Tapioka, Minyak tumbuhan, Garam, Guar gum, Natrium karbonat, Kalium karbonat, Tartrazine CI 19140, Sunset Yellow 15985. **Bumbu :** Garam, Penguat rasa (Mononatrium glutamat), Gula, Daun bawang, Perisa sapi, Bubuk lada, Bubuk bawang putih, Bubuk seledri, Vitamin, **Saos cabe**. **Noodle Composition :** *Wheat flour, Tapioca starch, Vegetable oil, Salt, Guar gum, Sodium carbonate, Potassium carbonate, Tartrazine CI 19140, Sunset Yellow 15985.* **Seasoning :** *Salt, Flavor enhancer (Monosodium glutamate), Sugar, Leek flake, Beef flavor, Pepper powder, Garlic powder, Celery powder, Vitamin,* ***Chili sauce.***

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 8.8

Bahan-bahan zat aditif biasanya disebutkan dalam kemasan makanan.

1. Zat Pewarna

Pemberian warna pada makanan umumnya bertujuan agar makanan terlihat lebih segar dan menarik sehingga menimbulkan selera orang untuk memakannya. Zat pewarna yang biasa digunakan sebagai zat aditif pada makanan adalah:

a. Zat pewarna alami, dibuat dari ekstrak bagian-bagian tumbuhan tertentu, misalnya warna hijau dari daun pandan atau daun suji, warna kuning dari kunyit, seperti

ditunjukkan pada Gambar 8.9, warna cokelat dari buah cokelat, warna merah dari daun jati, dan warna kuning merah dari wortel. Karena jumlah pilihan warna dari zat pewarna alami terbatas maka dilakukan upaya menyintesis zat pewarna yang cocok untuk makanan dari bahan-bahan kimia.

b. Zat pewarna sintetik, dibuat dari bahan-bahan kimia. Dibandingkan dengan pewarna alami, pewarna sintetik memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki pilihan warna yang lebih banyak, mudah disimpan, dan lebih tahan lama.

Sumber: *resep.dekap.com*

Gambar 8.9

Pewarna sintetik biasa dipakai dalam makanan atau minuman.

Beberapa zat pewarna sintetik bisa saja memberikan warna yang sama, namun belum tentu semua zat pewarna tersebut cocok dipakai sebagai zat aditif pada makanan dan minuman. Perlu diketahui bahwa zat pewarna sintetik yang bukan untuk makanan dan minuman (pewarna tekstil) dapat membahayakan kesehatan apabila masuk ke dalam tubuh karena bersifat karsinogen (penyebab penyakit kanker). Oleh karena itu, kamu harus berhati-hati ketika membeli makanan atau minuman yang memakai zat warna. Kamu harus yakin dahulu bahwa zat pewarna yang dipakai sebagai zat aditif pada makanan atau minuman tersebut adalah memang benar-benar pewarna makanan dan minuman.

Sumber: *www.baliguide.com*

Gambar 8.10

Nasi kuning memakai zat warna alami dari warna kunyit.

Tabel 8.1 berikut ini adalah daftar zat pewarna, baik alami maupun sintetik yang aman dipergunakan sebagai zat pewarna makanan dan minuman.

Tabel 8.1 Zat Pewarna Alami dan Sintetik

Warna	Nama Zat Pewarna	Nomor Indeks Nama
I. Zat pewarna alami		
Merah	Alkanat	75520
Merah	Karmin	75470
Kuning	Annato	75120
Kuning	Karoten	75130
Kuning	Kurkumin	75300
Kuning	Safron	75100
Hijau	Klorofil	75810
Biru	Ultramin	77007
Cokelat	Karamel	–
Hitam	Karbon hitam	77266
Hitam	Besi oksida	77499
Putih	Titanium oksida	77891

II. Zat pewarna Sintetik		
Merah	*Carmoisine*	14720
Merah	*Amaranth*	16185
Merah	*Erythrosine*	45430
Oranye	*Sunset yellow* FCF	15985
Kuning	*Tartrazin*	19140
Kuning	*Quineline yellow*	47005
Hijau	*Fast green* FCF	42053
Biru	*Briliant Blue* FCF	42090
Biru	*Indigocarmine* (*indigotine*)	73015
Ungu	*Violet* GB	42640

Berdasarkan sifat kelarutannya, zat pewarna makanan dikelompokkan menjadi *dye* dan *lake*. *Dye* merupakan zat pewarna makanan yang umumnya bersifat larut dalam air. *Dye* biasanya dijual di pasaran dalam bentuk serbuk, butiran, pasta atau cairan. *Lake* merupakan gabungan antara zat warna *dye* dan basa yang dilapisi oleh suatu zat tertentu. Karena sifatnya yang tidak larut dalam air maka zat warna kelompok ini cocok untuk mewarnai produk-produk yang tidak boleh terkena air atau produk yang mengandung lemak dan minyak.

2. Zat Pemanis

Zat pemanis berfungsi untuk menambah rasa manis pada makanan dan minuman. Zat pemanis dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

a. Zat pemanis alami. Pemanis ini dapat diperoleh dari tumbuhan, seperti kelapa, tebu, dan aren. Selain itu, zat pemanis alami dapat pula diperoleh dari buah-buahan dan madu. Zat pemanis alami berfungsi juga sebagai sumber energi. Jika kita mengonsumsi pemanis alami secara berlebihan, kita akan mengalami risiko kegemukan. Orang-orang yang sudah gemuk badannya sebaiknya menghindari makanan atau minuman yang mengandung pemanis alami terlalu tinggi.

b. Zat pemanis buatan atau sintetik. Pemanis buatan tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia sehingga tidak berfungsi sebagai sumber energi. Oleh karena itu, orang-orang yang memiliki penyakit kencing manis (*diabetes melitus*) biasanya mengonsumsi pemanis sintetik sebagai pengganti pemanis alami. Contoh pemanis sintetik, yaitu sakarin, natrium siklamat, magnesium siklamat, kalsium siklamat, aspartam (lihat Gambar 8.12), dan dulsin. Pemanis buatan memiliki tingkat kemanisan

Sumber: *karangkraf.com*

Gambar 8.11

Pemanis buatan jenis aspartam sering dipakai pada pembuatan es krim.

Sumber: *gezondheid.paginablog.nl*

Gambar 8.12

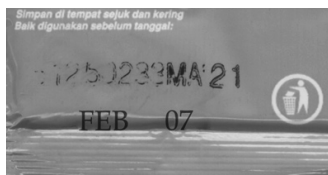
Aspartam relatif aman digunakan sebagai pemanis buatan dibandingkan siklamat dan sakarin.

yang lebih tinggi dibandingkan pemanis alami. Garam-garam siklamat memiliki kemanisan 30 kali lebih tinggi dibandingkan kemanisan sukrosa. Namun, kemanisan garam natrium dan kalsium dari sakarin memiliki kemanisan 800 kali dibandingkan dengan kemanisan sukrosa 10%.

Walaupun pemanis buatan memiliki kelebihan dibandingkan pemanis alami, kita perlu menghindari konsumsi yang berlebihan karena dapat memberikan efek samping bagi kesehatan. Misalnya, penggunaan sakarin yang berlebihan selain akan menyebabkan rasa makanan terasa pahit juga merangsang terjadinya tumor pada bagian kandung kemih. Contoh lain, garam-garam siklamat pada proses metabolisme dalam tubuh dapat menghasilkan senyawa sikloheksamina yang bersifat karsinogenik (senyawa yang dapat menimbulkan penyakit kanker). Garam siklamat juga dapat memberikan efek samping berupa gangguan pada sistem pencernaan terutama pada pembentukan zat dalam sel.

3. Zat Pengawet

Ada sejumlah cara menjaga agar makanan dan minuman tetap layak untuk dimakan atau diminum walaupun sudah tersimpan lama. Salah satu upaya tersebut adalah dengan cara menambahkan zat aditif kelompok pengawet (zat pengawet) ke dalam makanan dan minuman. Zat pengawet adalah zat-zat yang sengaja ditambahkan pada bahan makanan dan minuman agar makanan dan minuman tersebut tetap segar, bau dan rasanya tidak berubah, atau melindungi makanan dari kerusakan akibat membusuk atau terkena bakteri/jamur. Karena penambahan zat aditif, berbagai makanan dan minuman masih dapat dikonsumsi sampai jangka waktu tertentu, mungkin seminggu, sebulan, setahun, atau bahkan beberapa tahun. Dalam makanan atau minuman yang dikemas dan dijual di toko-toko atau supermarket biasanya tercantum tanggal kadaluarsanya, tanggal yang menunjukkan sampai kapan makanan atau minuman tersebut masih dapat dikonsumsi tanpa membahayakan kesehatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.13.

Seperti halnya zat pewarna dan pemanis, zat pengawet dapat dikelompokkan menjadi zat pengawet alami dan zat pengawet buatan.

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 8.13

Pada kemasan makanan/minuman tercantum tanggal kadaluarsanya.

a. Zat pengawet alami berasal dari alam, contohnya gula (sukrosa) yang dapat dipakai untuk mengawetkan buah-buahan (manisan) dan garam dapur yang dapat digunakan untuk mengawetkan ikan.
b. Zat pengawet sintetik atau buatan merupakan hasil sintesis dari bahan-bahan kimia. Contohnya, asam cuka dapat dipakai sebagai pengawet acar dan natrium propionat atau kalsium propionat dipakai untuk mengawetkan roti dan kue kering. Garam natrium benzoat, asam sitrat, dan asam tartrat juga biasa dipakai untuk mengawetkan makanan. Selain zat-zat tersebut, ada juga zat pengawet lain, yaitu natrium nitrat atau sendawa ($NaNO_3$) yang berfungsi untuk menjaga agar tampilan daging tetap merah. Asam fosfat yang biasa ditambahkan pada beberapa minuman penyegar juga termasuk zat pengawet.

Selain pengawet yang aman untuk dikonsumsi, juga terdapat pengawet yang tidak boleh dipergunakan untuk mengawetkan makanan. Zat pengawet yang dimaksud, di antaranya formalin yang biasa dipakai untuk mengawetkan benda-benda, seperti mayat atau binatang yang sudah mati. Pemakaian pengawet formalin untuk mengawetkan makanan, seperti bakso, ikan asin, tahu, dan makanan jenis lainnya dapat menimbulkan risiko kesehatan.

Sumber: *www.tripluca.com*

Gambar 8.14

Sebelum boraks dilarang untuk digunakan sebagai pengawet makanan, ada bakso yang mengandung boraks sebagai pengawet atau penambah kekenyalan.

Selain formalin, ada juga pengawet yang tidak boleh dipergunakan untuk mengawetkan makanan. Pengawet yang dimaksud adalah pengawet boraks. Pengawet ini bersifat desinfektan atau efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba penyebab membusuknya makanan serta dapat memperbaiki tekstur makanan sehingga lebih kenyal (perhatikan Gambar 8.14).

Boraks hanya boleh dipergunakan untuk industri nonpangan, seperti dalam pembuatan gelas, industri kertas, pengawet kayu, dan keramik. Jika boraks termakan dalam kadar tertentu, dapat menimbulkan sejumlah efek samping bagi kesehatan, di antaranya:
a. gangguan pada sistem saraf, ginjal, hati, dan kulit;
b. gejala pendarahan di lambung dan gangguan stimulasi saraf pusat;
c. terjadinya komplikasi pada otak dan hati; dan
d. menyebabkan kematian jika ginjal mengandung boraks sebanyak 3–6 gram.

Walaupun tersedia zat pengawet sintetik yang digunakan sebagai zat aditif makanan, di negara maju banyak orang enggan mengonsumsi makanan yang memakai pengawet sintetik. Hal ini telah mendorong perkembangan ilmu dan teknologi pengawetan makanan dan minuman tanpa penambahan zat-zat kimia, misalnya dengan menggunakan sinar ultra violet (UV), ozon, atau pemanasan pada suhu yang sangat tinggi dalam waktu singkat sehingga makanan dapat disterilkan tanpa merusak kualitas makanan.

4. Zat Penyedap Cita Rasa

Di Indonesia terdapat begitu banyak ragam rempah-rempah yang dipakai untuk meningkatkan cita rasa makanan, seperti cengkeh, pala, merica, ketumbar, cabai, laos, kunyit, bawang, dan masih banyak lagi yang lain. Melimpahnya ragam rempah-rempah ini merupakan salah satu sebab yang mendorong penjajah Belanda dan Portugis tempo dulu ingin menguasai Indonesia. Jika rempah-rempah dicampur dengan makanan saat diolah, dapat menimbulkan cita rasa tertentu pada makanan.

Selain zat penyedap cita rasa yang berasal dari alam, ada pula yang berasal dari hasil sintesis bahan kimia. Berikut ini beberapa contoh zat penyedap cita rasa hasil sintesis:

a. oktil asetat, makanan akan terasa dan beraroma seperti buah jeruk jika dicampur dengan zat penyedap ini;
b. etil butirat, akan memberikan rasa dan aroma seperti buah nanas pada makanan;
c. amil asetat, akan memberikan rasa dan aroma seperti buah pisang;
d. amil valerat, jika makanan diberi zat penyedap ini maka akan terasa dan beraroma seperti buah apel.

Selain zat penyedap rasa dan aroma, seperti yang sudah disebutkan di atas, terdapat pula zat penyedap rasa yang penggunaannya meluas dalam berbagai jenis masakan, yaitu penyedap rasa monosodium glutamat (MSG) seperti ditunjukkan pada Gambar 8.15. Zat ini tidak berasa, tetapi jika sudah ditambahkan pada makanan maka akan menghasilkan rasa yang sedap. Penggunaan MSG yang berlebihan telah menyebabkan "*Chinese restaurant syndrome*" yaitu suatu gangguan kesehatan di mana kepala terasa pusing dan berdenyut. Bagi yang menyukai zat penyedap ini tak perlu khawatir dulu. Kecurigaan ini masih bersifat pro dan kontra. Bagi yang mencoba menghindari untuk

Informasi IPA

Beberapa lembaga mengeluarkan sertifikat bagi produk-produk makanan yang memenuhi syarat tertentu. Jika kamu seorang muslim, Majelis Ulama Indonesia (MUI) memberi label HALAL pada makanan yang telah memenuhi kriteria kehalalan.

Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) mengeluarkan sertifikat bagi produk makanan yang telah memenuhi unsur kesehatan dan baik untuk dikonsumsi. Biasanya pada kemasan tersebut tertera nomor tertentu. Misalnya, **BPOM RI MD. 23310247119**
MD. 26239011160

Sumber: *Mengenal Makanan Sehat*, 2006

mengonsumsinya, sudah tersedia sejumlah merk makanan yang mencantumkan label "*tidak mengandung MSG*" dalam kemasannya.

Pada pembahasan sebelumnya, kamu sudah mempelajari tentang pengelompokan zat aditif berdasarkan fungsinya beserta contoh-contohnya. Perlu kamu ketahui bahwa suatu zat aditif dapat saja memiliki lebih dari satu fungsi. Seringkali suatu zat aditif, khususnya yang bersifat alami memiliki lebih dari satu fungsi. Contohnya, gula alami biasa dipakai sebagai zat aditif pada pembuatan daging dendeng. Gula alami tersebut tidak hanya berfungsi sebagai pemanis, tetapi juga berfungsi sebagai pengawet. Contoh lain adalah daun pandan yang dapat berfungsi sebagai pemberi warna pada makanan sekaligus memberikan rasa dan aroma khas pada makanan.

Sumber: *www.siam-house.fi*

Gambar 8.15

MSG biasanya tercantum pada kemasan penyedap rasa.

Untuk penggunaan zat-zat aditif alami, umumnya tidak terdapat batasan mengenai jumlah yang boleh dikonsumsi perharinya. Untuk zat-zat aditif sintetik, terdapat aturan penggunaannya yang telah ditetapkan sesuai *Acceptable Daily Intake* (ADI) atau jumlah konsumsi zat aditif selama sehari yang diperbolehkan dan aman bagi kesehatan. Jika kita mengonsumsinya melebihi ambang batas maka dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan.

Jika kita mengidentifikasi zat aditif yang dipakai dalam makanan/minuman, lihatlah kemasan pada makanan/minuman tersebut, kemudian buatlah tabel seperti Tabel 8.2 berikut.

Tabel 8.2 Contoh Tabel untuk Mengidentifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman

Merk/Jenis (Minuman/ Makanan)	Zat Aditif yang Dipakai	Fungsi				Keterangan
		Pewarna	Pemanis	Pengawet	Penyedap	
Hemaviton/ Minuman	Asam sitrat Natrium bikarbonat			✓	✓ ✓	Efek segar jika terurai
	Fruit punch flavour Tartrazin Aspartam Natrium siklamat	✓	✓ ✓		✓	
	Fenilketonurik		✓			

Tugas 8.2

Setelah kamu membaca paparan di atas, cobalah secara berkelompok (3–4 orang) mengidentifikasi zat aditif yang dipakai pada makanan dan minuman dalam kemasan (5 jenis makanan dan 5 macam minuman). Berdasarkan informasi yang ada pada kemasannya, isikanlah hasil identifikasi kamu tersebut ke dalam tabel, seperti pada Tabel 8.2.

Soal Penguasaan Materi 8.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan yang dimaksud dengan zat aditif makanan.
2. Apakah kegunaan dari zat aditif makanan bagi manusia?
3. Jelaskan alasan orang menggunakan zat warna pada makanan.
4. Tuliskan beberapa contoh pewarna alami dan sintetik.
5. Mengapa orang menggunakan bahan aditif sintetik?
6. Pemanis apakah menurutmu yang paling aman digunakan?
7. Jelaskan cara-cara untuk mengawetkan makanan.
8. Jelaskan cara memakai zat penyedap rasa sintetik yang tidak berisiko bagi kesehatan.

C. Zat Adiktif dan Psikotropika

Bahan-bahan kimia tidak hanya menyangkut bahan-bahan kimia yang ada di rumah tangga, seperti pemutih, pembersih, dan zat-zat aditif makanan, tetapi juga zat-zat yang dapat menimbulkan pengaruh negatif atau efek samping bagi kesehatan jika pemakaiannya disalahgunakan. Bahan kimia dimaksud di sini adalah kelompok zat kimia yang tergolong ke dalam zat adiktif dan psikotropika.

1. Zat Adiktif

Zat adiktif adalah istilah untuk zat-zat yang pemakaiannya dapat menimbulkan ketergantungan fisik yang kuat dan ketergantungan psikologis yang panjang (*drug dependence*). Kelompok zat adiktif adalah narkotika (zat atau obat yang berasal dari tanaman) atau bukan tanaman, baik sintetik maupun semisintetik, yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, mengurangi sampai menghilangkan rasa sakit, dan dapat menimbulkan ketergantungan.

Narkotika menurut tujuan penggunaan dan tingkatan risiko ketergantungannya terbagi dalam 3 golongan, yaitu:

a. Golongan I, narkotika hanya digunakan untuk tujuan ilmu pengetahuan dan tidak digunakan dalam terapi serta memiliki potensi sangat tinggi untuk mengakibatkan sindrom ketergantungan.
b. Golongan II, narkotika untuk pengobatan yang digunakan sebagai pilihan terakhir dan dapat digunakan dalam terapi atau untuk tujuan ilmu pengetahuan serta memiliki potensi kuat untuk mengakibatkan sindrom ketergantungan.
c. Golongan III, narkotika untuk pengobatan dan banyak digunakan dalam terapi atau untuk tujuan ilmu pengetahuan serta berpotensi ringan mengakibatkan sindrom ketergantungan.

a. Ganja

Ganja atau mariyuana merupakan zat adiktif narkoba dari golongan *kanabionoid*. Ganja terbuat dari daun, bunga, biji, dan ranting muda tanaman mariyuana (*Cannabis sativa*) yang sudah kering, contoh pohon ganja dapat dilihat pada Gambar 8.16. Ganja dipakai dalam bentuk rokok lintingan, campuran tembakau, dan damar ganja.

Sumber: *www.rz.uni-karlsruhe.com*

Gambar 8.16

Pohon ganja

Tanda-tanda penyalahgunaan ganja, yaitu gembira dan tertawa tanpa sebab, santai dan lemah, banyak bicara sendiri, pengendalian diri menurun, menguap atau mengantuk, tetapi susah tidur, dan mata merah, serta tidak tahan terhadap cahaya. Tanda-tanda gejala putus obat (ganja), yaitu sukar tidur, hiperaktif, dan hilangnya nafsu makan. Tanda-tanda gejala *overdosis*, yaitu ketakutan, daya pikir menurun, denyut nadi tidak teratur, napas tidak teratur, dan mendapat gangguan jiwa.

b. Opium

Opium merupakan narkotika dari golongan *opioida*, dikenal juga dengan sebutan candu, morfin, heroin, dan putau. Opium diambil dari getah buah mentah *Pavaper sommiverum* (lihat Gambar 8.17). Opium mengandung lebih dari dua puluh macam senyawa.

Sumber: *www.heroin.org*

Gambar 8.17

Bunga opium

Morfin kali pertama diisolasi dari getah buah pada 1905 oleh Friedrich Seturner. Pada waktu itu, morfin digunakan oleh para tentara untuk menghilangkan rasa sakit karena luka atau menghilangkan rasa nyeri pada penderita kanker. Setelah itu, banyak tentara yang mengalami adiksi (efek ketergantungan). Pemakaian dosis morfin yang berlebihan dapat menyebabkan kematian.

Heroin merupakan senyawa turunan (hasil sintesis) dari morfin yang dikenal dengan sebutan putau. Kodein merupakan senyawa turunan dari morfin, tetapi memiliki kemampuan menghilangkan nyeri lebih lemah, demikian pula efek kecanduannya (adiksinya) lebih lemah.

Kodein biasa dipakai dalam obat batuk dan obat penghilang rasa nyeri. Penggunaannya yang menyalahi aturan dapat menimbulkan rasa sering mengantuk, perasaan gembira berlebihan, banyak berbicara sendiri, kecenderungan untuk melakukan kerusuhan, merasakan nafas berat dan lemah, ukuran pupil mata mengecil, mual, susah buang air besar, dan sulit berpikir. Jika pemakaian obat ini diputus, akan timbul hal-hal berikut: sering menguap, kepala terasa berat, mata basah, hidung berair, hilang nafsu makan, lekas lelah, badan menggigil, dan kejang-kejang. Jika pemakaiannya melebihi dosis atau *overdosis,* akan menimbulkan hal-hal berikut: tertawa tidak wajar, kulit lembap, napas pendek tersenggal-senggal, dan dapat mengakibatkan kematian.

c. Kokain

Kokain termasuk ke dalam salah satu jenis dari narkotika. Kokain diperoleh dari hasil ekstraksi daun tanaman koka (*Erythroxylum coca*). Zat ini dapat dipakai sebagai *anaestetik* (pembius) dan memiliki efek merangsang jaringan otak bagian sentral. Pemakaian zat ini menjadikan pemakainya suka bicara, gembira yang meningkat menjadi gaduh dan gelisah, detak jantung bertambah, demam, perut nyeri, mual, dan muntah. Seperti halnya narkotika jenis lain, pemakaian kokain dengan dosis tertentu dapat mengakibatkan kematian.

Sumber: *www.pkukmweb.ukm*

Gambar 8.18

Daun tanaman koka

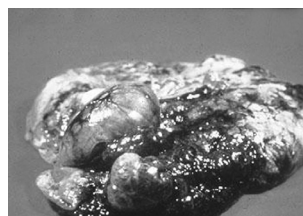
d. Sedativa dan Hipnotika (Penenang)

Beberapa macam obat dalam dunia kedokteran, seperti pil BK dan magadon digunakan sebagai zat penenang (sedativa-hipnotika). Pemakaian sedativa-hipnotika dalam dosis kecil dapat menenangkan, sedangkan dalam dosis besar dapat membuat orang yang memakannya tertidur.

Gejala akibat pemakaiannya adalah mula-mula gelisah, mengamuk lalu mengantuk, malas, daya pikir menurun, bicara dan tindakan lambat. Jika sudah kecanduan, kemudian diputus pemakaiannya maka akan menimbulkan gejala gelisah, sukar tidur, gemetar, muntah, berkeringat, denyut nadi cepat, tekanan darah naik, dan kejang-kejang.

Jika pemakaiannya *overdosis* maka akan timbul gejala gelisah, kendali diri turun, banyak bicara, tetapi tidak jelas, sempoyongan, suka bertengkar, napas lambat, kesadaran turun, pingsan, dan jika pemakaiannya melebihi dosis tertentu dapat menimbulkan kematian.

e. Nikotin

Nikotin dapat diisolasi atau dipisahkan dari tanaman tembakau. Namun, orang biasanya mengonsumsi nikotin tidak dalam bentuk zat murninya, melainkan secara tidak langsung ketika mereka merokok. Nikotin yang diisap pada saat merokok dapat menyebabkan meningkatnya denyut jantung dan tekanan darah, bersifat karsinogenik sehingga dapat meningkatkan risiko terserang kanker paru-paru (perhatikan Gambar 8.19), kaki rapuh, katarak, gelembung paru-paru melebar (*emphysema*), risiko terkena penyakit jantung koroner, kemandulan, dan gangguan kehamilan.

Sumber: *www.anti-smoke-jp*

Gambar 8.19

Paru-paru kotor perokok berat

f. Alkohol

Alkohol diperoleh melalui proses peragian (fermentasi) sejumlah bahan, seperti beras ketan, singkong, dan perasan anggur. Alkohol ini sudah dikenal manusia cukup lama. Salah satu penggunaan alkohol adalah untuk mensterilkan berbagai peralatan dalam bidang kedokteran.

Alkohol yang terkandung dalam minuman dapat berasal dari hasil fermentasi bahan minuman itu sendiri (contohnya, alkohol yang terdapat dalam minuman hasil fermentasi sari buah anggur) atau sengaja ditambahkan ke dalam suatu minuman olahan. Semua jenis minuman yang mengandung alkohol (*etanol*), seperti pada Gambar 8.20 disebut minuman keras. Berdasarkan kandungan alkoholnya, minuman keras dikelompokkan menjadi golongan:

1) A, berkadar etanol 1–5 %;
2) B, berkadar etanol 5–20 %; dan
3) C, berkadar etanol 20–50 %.

Sumber: *upload.wikimedia*

Gambar 8.20

Minuman dengan berbagai kadar alkohol yang berbeda-beda.

Tanda-tanda gejala pemakaian alkohol, yaitu gembira, pengendalian diri turun, dan muka kemerahan. Jika sudah kecanduan meminum minuman keras, kemudian dihentikan maka akan timbul gejala gemetar, muntah, kejang-kejang, sukar tidur, dan gangguan jiwa. Jika *overdosis* akan timbul gejala perasaan gelisah, tingkah laku menjadi kacau, kendali turun, dan banyak bicara sendiri.

2. Psikotropika

Psikotropika adalah zat atau obat, baik alamiah maupun sintetik, bukan narkotika dan berkhasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan syaraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku. Psikotropika menurut tujuan penggunaan dan tingkatan risiko ketergantungannya terbagi dalam 4 golongan, yaitu:

a. Golongan I, psikotropika yang hanya digunakan untuk tujuan ilmu pengetahuan dan tidak digunakan dalam terapi serta memiliki potensi kuat mengakibatkan sindrom ketergantungan.
b. Golongan II, psikotropika yang berkhasiat sebagai obat dan dapat digunakan dalam terapi dan tujuan ilmu pengetahuan serta memiliki potensi kuat mengakibatkan sindrom ketergantungan.
c. Golongan III, psikotropika yang berkhasiat sebagai obat dan banyak digunakan dalam terapi dan tujuan ilmu pengetahuan serta memiliki potensi sedang mengakibatkan sindrom ketergantungan.
d. Golongan IV, psikotropika yang berkhasiat sebagai obat dan sangat luas digunakan dalam terapi dan tujuan ilmu pengetahuan serta memiliki potensi ringan mengakibatkan sindrom ketergantungan.

Sumber: *www.cornerdrugstore.org/lsd.jpg*

Gambar 8.21

LSD dapat berupa tablet tipis yang dapat disimpan dalam secarik kertas dan dapat juga berupa cairan.

Zat adiktif hampir semuanya termasuk ke dalam psikotropika, tetapi tidak semua psikotropika menimbulkan ketergantungan. Berikut ini termasuk ke dalam golongan psikotropika, yaitu LSD (*Lysergic Acid Diethylamide*) dan amfetamin. Penyalahgunaan kedua golongan psikotropika ini sudah meluas di dunia.

a. LSD (*Lysergic Acid Diethylamide*)

LSD merupakan zat psikotropika yang dapat menimbulkan halusinasi (persepsi semu mengenai sesuatu benda yang sebenarnya tidak ada). Zat ini dipakai untuk membantu pengobatan bagi orang-orang yang mengalami gangguan jiwa atau sakit ingatan. Zat ini bekerja dengan cara membuat otot-otot yang semula tegang menjadi rileks. Penyalahgunaan zat ini biasanya dilakukan oleh orang-orang yang menderita frustasi dan ketegangan jiwa.

b. Amfetamin

Kita seringkali mendengar pemberitaan di media massa mengenai penjualan barang-barang terlarang, seperti *ekstasi* dan *shabu*. *Ekstasi* dan *shabu* adalah hasil sintesis dari

zat kimia yang disebut amfetamin (perhatikan Gambar 8.22). Jadi, zat psikotropika, seperti *ekstasi* dan *shabu* tidak diperoleh dari tanaman melainkan hasil sintesis.

Pemakaian zat-zat tersebut akan menimbulkan gejala-gejala berikut: siaga, percaya diri, *euphoria* (perasaan gembira berlebihan), banyak bicara, tidak mudah lelah, tidak nafsu makan, berdebar-debar, tekanan darah menurun, dan napas cepat. Jika *overdosis* akan menimbulkan gejala-gejala: jantung berdebar-debar, panik, mengamuk, *paranoid* (curiga berlebihan), tekanan darah naik, pendarahan otak, suhu tubuh tinggi, kejang, kerusakan pada ujung-ujung saraf, dan dapat mengakibatkan kematian. Jika sudah kecanduan, kemudian dihentikan akan menimbulkan gejala putus obat sebagai berikut: lesu, apatis, tidur berlebihan, depresi, dan mudah tersinggung.

3. Upaya Pencegahan Penyalahgunaan Zat Adiktif dan Psikotropika

Zat adiktif dan psikotropika akan memberikan manfaat jika dipakai untuk tujuan yang benar, misalnya untuk tujuan ilmu pengetahuan dan pelayanan kesehatan. Dalam bidang kedokteran, misalnya satu jenis narkotika diberikan kepada pasien yang menderita rasa sakit luar biasa karena suatu penyakit atau setelah menjalani suatu operasi. Contoh lain, satu zat jenis psikotropika diberikan kepada pasien penderita gangguan jiwa yang sedang mengamuk dan tak dapat ditenangkan dengan cara-cara lain. Jika pemakaian zat adiktif dan psikotropika dipakai di luar tujuan yang benar, itu sudah termasuk penyalahgunaan dan harus diupayakan pencegahannya.

Sumber: *www.unitydrugs.nl*

Gambar 8.22

Amfetamin

Penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika sangat berbahaya bagi diri sendiri, keluarga, maupun kehidupan sosial di sekitar kita. Dampak negatif pemakaian zat adiktif dan psikotropika pada diri sendiri, yaitu rusaknya sel saraf, menimbulkan ketergantungan, perubahan tingkah laku, dan menimbulkan penyakit (jantung, radang lambung dan hati, merusak pankreas, dan berisiko mengidap HIV positif). Pada dosis yang tidak tepat akan mengakibatkan kematian. Dalam kehidupan sosial, penyalahgunaan pemakaian zat adiktif dan psikotropika, di antaranya: sering membuat onar atau perkelahian (misalnya, perkelahian pelajar), melakukan kejahatan (pencurian dan pemerkosaan), kecelakaan, timbulnya masalah dalam keluarga, dan mengganggu ketertiban umum.

Sumber: *patrique.files.wordpress.com*

Gambar 8.23

Bahan-bahan narkotika dan psikotropika yang harus kamu hindari.

Kita semua harus berupaya untuk terhindar dari penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika. Pencegahan penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika memerlukan peran bersama antara keluarga, masyarakat, dan pemerintah.

a. Peran Anggota Keluarga

Setiap anggota keluarga harus saling menjaga agar jangan sampai ada anggota keluarga yang terlibat dalam penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika. Kalangan remaja ternyata merupakan kelompok terbesar yang menyalahgunakan zat-zat tersebut. Oleh karena itu, setiap orang tua memiliki tanggung jawab membimbing anak-anaknya agar menjadi manusia yang bertaqwa kepada Tuhan. Karena ketaqwaan inilah yang akan menjadi perisai ampuh untuk membentengi anak dari menyalahgunakan obat-obat terlarang dan pengaruh buruk yang mungkin datang dari lingkungan di luar rumah.

b. Peran Anggota Masyarakat

Kita sebagai anggota masyarakat perlu mendorong peningkatan pengetahuan setiap anggota masyarakat tentang bahaya penyalahgunaan obat-obat terlarang. Selain itu, kita sebagai anggota masyarakat perlu memberi informasi kepada pihak yang berwajib jika ada pemakai dan pengedar narkoba di lingkungan tempat tinggal.

c. Peran Sekolah

Sumber: *www.jakarta.go.id*

Gambar 8.24

Janganlah sekali-kali kamu mencoba memakai obat-obatan terlarang.

Sekolah perlu memberikan wawasan yang cukup kepada para siswa tentang bahaya penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika bagi diri pribadi, keluarga, dan orang lain. Selain itu, sekolah perlu mendorong setiap siswa untuk melaporkan pada pihak sekolah jika ada pemakai atau pengedar zat adiktif dan psikotropika di lingkungan sekolah. Sekolah perlu memberikan sanksi yang mendidik untuk setiap siswa yang terbukti menjadi pemakai atau pengedar narkoba.

d. Peran Pemerintah

Pemerintah berperan mencegah terjadinya penyalahgunaan narkotika dan psikotropika dengan cara mengeluarkan aturan hukum yang jelas dan tegas. Di samping itu, setiap penyalahguna, pengedar, pemasok, pengimpor, pembuat, dan penyimpan narkoba perlu diberikan sanksi atau hukuman yang membuat efek jera bagi si pelaku dan mencegah yang lain dari kesalahan yang sama.

Soal Penguasaan Materi 8.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan yang dimaksud dengan zat adiktif dan psikotropika.
2. Jelaskan yang dimaksud dengan adiksi.
3. Tuliskan contoh-contoh bahan narkotika dan psikotropika.
4. Tuliskan bahan-bahan kimia berbahaya dari asap rokok.
5. Jelaskan kerugian dari mengisap rokok.
6. Jelaskan pengaruh buruk dari minuman beralkohol terhadap kesehatan dan kehidupan sosial sekitarnya.
7. Apakah kerugian dari penyalahgunaan amfetamin?
8. Tuliskan kegunaan sedativa-hipnotika di bidang kedokteran.

Rangkuman

- Berdasarkan fungsinya, bahan-bahan kimia yang ada di rumah dapat kita kelompokkan, di antaranya menjadi bahan pembersih, pemutih, pewangi, dan pembasmi hama. Selain itu, terdapat pula kelompok bahan kimia lain, yaitu zat aditif makanan seperti pewarna, penyedap, pemanis, dan pengawet.
- Berdasarkan sumbernya, zat aditif ada yang alami ada juga yang sintetik. Bahan kimia yang dipergunakan hanya untuk tujuan pengembangan ilmu pengetahuan dan dalam bidang kesehatan, yaitu kelompok bahan kimia yang disebut zat adiktif dan psikotropika.
- Zat adiktif dan psikotropika harus dipergunakan sesuai dengan aturan. Jika tidak, akan memberikan dampak buruk, baik bagi diri sendiri maupun lingkungan sosial sekitarnya.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Bahan Kimia dalam Kehidupan. Menyenangkan, bukan? Alam semesta ini banyak memiliki bahan-bahan kimia, baik yang alami maupun sintetik yang dapat dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Menarik, bukan?

Selain itu, dengan mempelajari bab ini, kamu bisa mendapatkan begitu banyak manfaat pengetahuan tentang bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, kamu dapat mengetahui manfaat dan efek samping dari zat aditif dalam makanan. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat yang lainnya.

Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Apakah kesulitanmu dalam mempelajari bab ini? Diskusikanlah dengan gurumu atau temanmu, agar kamu lebih menguasai materi-materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab 8

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Bahan-bahan yang termasuk bahan kimia alami adalah ....
   a. detergen
   b. parfum
   c. gula tebu
   d. sakarin
2. Pasta gigi merupakan pemutih gigi karena mengandung ....
   a. fluor
   b. klor
   c. mentol
   d. sabun
3. Sabun dan detergen dapat melarutkan lemak dan minyak karena bersifat ....
   a. hidrofobik
   b. hidrofilik
   c. ABS
   d. berbuih
4. Pestisida yang dapat dipakai untuk membasmi rumput yang menutupi areal perkebunan termasuk kelompok ....
   a. fungisida
   b. bakterisida
   c. herbisida
   d. nematisida
5. Berikut ini yang *bukan* merupakan upaya pengurangan dampak negatif akibat pemakaian bahan kimia di rumah adalah ....
   a. memakai sesuai aturan
   b. menggunakan pestisida alami
   c. memakai bahan kimia yang lebih aman
   d. menghindari pemakaian bahan kimia
6. Bahan kimia yang *bukan* termasuk pengawet adalah ....
   a. gula
   b. natrium benzoat
   c. asam fosfat
   d. natrium hidroksida
7. Untuk menambah cita rasa suatu makanan kita dapat menambahkan zat aditif yang termasuk kelompok ....
   a. pengawet
   b. pewarna
   c. penyedap
   d. natrium benzoat
8. Berikut ini yang *bukan* termasuk narkotika adalah ....
   a. kokain
   b. heroin
   c. amfetamin
   d. putau
9. Rokok dan minuman keras termasuk ke dalam ....
   a. zat adiktif
   b. psikotropika
   c. sedativa-hipnotika
   d. zat adiktif dan psikotropika
10. LSD termasuk obat psikotropika yang dapat menimbulkan persepsi semu tentang suatu benda yang sebenarnya tidak ada atau disebut juga ....
    a. halusinasi
    b. *paranoid*
    c. rileks
    d. *euphoria*
11. Salah satu contoh zat kimia yang dapat dipakai untuk memerahkan warna makanan adalah ....
    a. karoten
    b. klorofil
    c. amaranth
    d. karamel
12. Pestisida yang dapat dipakai untuk membasmi hama tikus termasuk ke dalam kelompok ....
    a. fungisida
    b. rodentisida

c. herbisida
d. nematisida

13. Natrium hipoklorit merupakan contoh zat kimia yang dapat berfungsi sebagai ....
    a. pembersih
    b. pemanis buatan
    c. pemutih
    d. pengawet
14. Salah satu contoh zat yang termasuk kelompok psikotropika adalah ....
    a. shabu
    b. opium
    c. ganja
    d. nikotin
15. Beberapa tindakan atau perilaku yang dapat membantu kalian untuk terhindar dari penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika adalah hal-hal berikut ini, *kecuali* ....
    a. aktif berorganisasi
    b. bergaul dengan siapa saja
    c. rajin beribadah
    d. rajin berolah raga

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Kelompokkan zat-zat kimia berikut ini ke dalam bahan pengawet, pewarna, pemanis, dan penyedap rasa.
    a. monosodium glutamat
    b. natrium benzoat
    c. siklamat
    d. kunyit
    e. asam cuka
    f. gula pasir
    g. tartrazin
    h. *brilliant blue*
2. Jelaskan keuntungan dan kerugian dari pemakaian pestisida dalam bidang pertanian.
3. Zat aditif pada makanan dapat menguntungkan dan merugikan manusia. Tuliskan beberapa keuntungan dan kerugian dari penggunaan zat aditif makanan bagi kesehatan manusia.
4. Tuliskan contoh penggunaan zat adiktif dan psikotropika dalam bidang kedokteran.
5. Jelaskan dampak negatif dari penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Pemerintah di negara-negara maju, seperti Amerika dan Jerman sudah lama melarang industri bahan pencuci menambahkan bahan kimia yang mengandung fosfat ke dalam produk bahan pembersih (seperti sabun) yang mereka pasarkan. Carilah dari sumber-sumber yang ada (buku-buku, internet, dan sumber-sumber lain), mengapa orang perlu menambahkan fosfat ke dalam produk bahan pembersih dan mengapa hal tersebut kemudian dilarang?
2. Di supermarket-supermarket di negara maju, seperti Amerika dan Jerman, ada toko khusus yang menjual produk pertanian yang tidak menggunakan zat-zat kimia dalam pemeliharaannya, seperti pupuk buatan atau pestisida. Walaupun harganya mahal, tetapi cukup banyak orang yang membeli produk tersebut. Pertanyaannya adalah kenapa produk tersebut lebih mahal dari produk pertanian yang biasa/konvensional (menggunakan pupuk sintetik dan pestisida dalam proses pemeliharaannya)? Walaupun lebih mahal dari produk pertanian konvensional, tetapi cukup banyak orang yang membelinya, mengapa? Jelaskan.

Pengaruh Kesadahan Air terhadap Daya Cuci Air Sabun

Tujuan

Menunjukkan pengaruh kesadahan terhadap daya cuci air sabun.

Alat dan bahan

1. Tabung reaksi 5 buah
2. Batang pengaduk
3. Gelas kimia 100 mL
4. Penggaris
5. Gelas ukur 50 mL 2 buah
6. Corong kaca

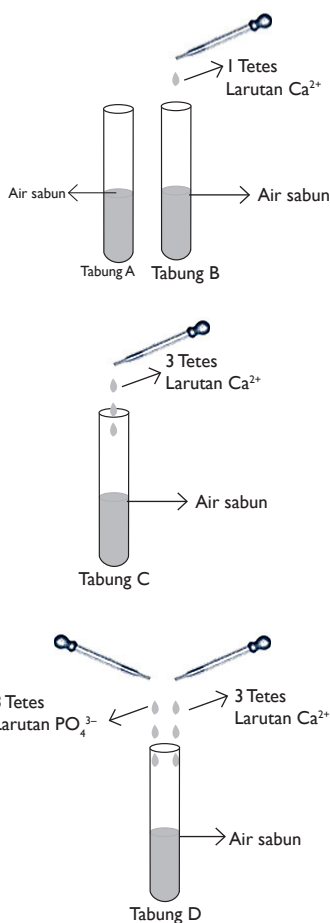
Cara kerja

1. Siapkan kurang lebih 50 mL *aquadest* ke dalam gelas kimia. Kemudian, tambahkan tiga tetes sabun cair ke dalamnya dan aduk sampai merata.
2. Masukkan 2 mL air sabun tersebut ke dalam tabung reaksi A. Kemudian, tutuplah salah satu mulut tabung reaksi tersebut dengan menggunakan ibu jari. Lalu, kocok-kocok isinya dengan cara menggerakkan tabung reaksi tersebut ke atas dan ke bawah. Setelah dirasa cukup, hentikan pengocokan dan ukur tinggi buih sabun yang terbentuk.
3. Ke dalam tabung B masukkan 2 ml air sabun dan 1 tetes larutan yang mengandung ion kalsium (Ca^{2+}). Lakukan pengocokan, seperti langkah kegiatan 2. Ukur tinggi buih sabun setelah pengocokan dihentikan.
4. Ke dalam tabung C masukkan 2 ml air sabun dan 3 tetes larutan yang mengandung ion kalsium (Ca^{2+}). Lakukan pengocokan, seperti langkah kegiatan 3. Ukur tinggi buih sabun setelah pengocokan dihentikan.
5. Ke dalam tabung D masukkan 2 ml air sabun dan 3 tetes larutan yang mengandung ion kalsium (Ca^{2+}) dan 3 tetes larutan yang mengandung ion fosfat (PO_4^{3-}). Lakukan pengocokan, seperti langkah kegiatan 3. Ukur tinggi buih sabun setelah pengocokan dihentikan.

Pertanyaan

Setelah kamu menyelesaikan semua langkah kerja di atas, jawablah pertanyaan berikut ini:

1. Bila dalam percobaan, tinggi buih menggambarkan daya cuci air sabun (semakin tinggi semakin baik), rumuskan tentang pengaruh ion kalsium terhadap daya cuci air sabun.
2. Apa yang dapat kamu simpulkan berdasarkan langkah percobaan nomor 5 tentang pengaruh ion fosfat terhadap daya cuci air sabun dimana air yang dipakai mengandung ion kalsium (air sadah).
3. Menurut pendapat kamu mana yang paling bagus dipakai untuk mencuci, air ledeng atau air murni dan mengapa? Uraikan langkah percobaan untuk menguji pendapat kalian.

Susunlah kegiatan kamu dalam bentuk laporan tertulis dan presentasikan di kelas.

Tes Kompetensi Semester I

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Pertumbuhan ditandai dengan pertambahan tubuh makhluk hidup. Yang tidak dialami oleh tanaman bonsai adalah ....
   a. perkembangan
   b. pertumbuhan
   c. kedewasaan
   d. bereproduksi
2. Tahapan pertumbuhan dan perkembangan pada katak yang benar adalah ....
   a. telur–berudu–katak muda–katak
   b. katak–telur–kepompong–katak muda
   c. telur–katak muda–berudu–katak
   d. katak–telur–berudu–dewasa
3. Kelompok makhluk hidup yang bereproduksi dengan cara beranak adalah ....
   a. anjing, ikan, kadal, dan sapi
   b. kelinci, bebek, kambing, dan kucing
   c. tikus, kelinci, sapi, dan ikan paus
   d. sapi, ular, tikus, dan anjing
4. Yang *bukan* ciri dari perkembangan tiga bulan kedua embrio manusia adalah ....
   a. detak jantung
   b. anggota gerak
   c. cepatnya pertumbuhan ukuran tubuh
   d. aktifnya gerakan janin
5. Hal-hal di bawah ini dapat terjadi dalam rahim jika terjadi kehamilan, *kecuali* ....
   a. penebalan dinding rahim
   b. embrio mengeluarkan hormon untuk mempertahankan dinding rahim
   c. rahim mengalami penciutan
   d. dinding rahim mengandung banyak pembuluh darah untuk mengangkut makanan janin.
6. Sistem gerak manusia (tulang dan otot) harus bersatu dan tidak dapat bekerja sendiri, karena ....
   a. tidak akan berfungsi jika tidak bergabung
   b. masing-masing memiliki fungsi sendiri
   c. merupakan ciri khas manusia
   d. untuk mengoptimalkan energi yang digunakan
7. Tulang-tulang penyusun lengan dan tangan manusia adalah ....
   a. radius, ulna, fibula, dan tulang jari
   b. humerus, radius, ulna, dan tulang jari
   c. humerus, radius, fibula, dan tibia
   d. radius, ulna, tulang jari, dan tibia
8. Tulang dapat tumbuh memanjang karena pada ujung tulang terjadi pembentukkan sel-sel baru. Berdasarkan hal tersebut maka ....
   a. tulang bisa tumbuh sepanjang hayat manusia
   b. pada ujung tulang terkandung sel-sel yang masih dapat tumbuh
   c. bagian tengah tulang merupakan sel-sel yang mati
   d. tulang tidak bisa tumbuh melebar
9. Tulang keras tersusun atas tulang keras dan kolagen. Kedua zat tersebut bersifat ....
   a. rapuh
   b. lentur
   c. kenyal
   d. keras
10. Femur, tibia, dan fibula adalah contoh tulang yang berbentuk ....
    a. pipih
    b. pipa
    c. pendek
    d. tak beraturan

11. Yang *bukan* merupakan pernyataan yang benar dari persendian adalah ....
    a. tempat yang memungkinkan pergerakan
    b. diisi oleh semacam pelumas yaitu minyak sendi
    c. diikat oleh otot polos yang kuat
    d. ligamen adalah pengikat tulang-tulang persendian
12. Karbohidrat, lemak, dan protein tidak dapat langsung diserap tubuh karena ....
    a. molekulnya besar sehingga harus dicerna dulu menjadi molekul yang kecil
    b. merupakan bahan-bahan padat sehingga sulit dicerna oleh tubuh
    c. biasanya yang mudah diserap adalah cairan
    d. sumbernya dari tumbuhan dan hewan
13. Dalam kerongkongan tidak terjadi pencernaan makanan karena ....
    a. kerongkongan tersusun dari otot yang melingkar dan memanjang
    b. tidak ada enzim pencernaan dalam kerongkongan
    c. kerongkongan terdiri atas satu saluran saja
    d. kerongkongan letaknya berdampingan dengan tenggorokan.
14. Zat makanan yang dicerna di dalam lambung dengan bantuan enzim renin adalah ....
    a. vitamin
    b. lemak
    c. protein
    d. karbohidrat
15. Organ yang berperan saat pernapasan perut adalah ....
    a. diagfragma
    b. tulang rusuk
    c. rongga dada
    d. paru-paru
16. Rokok adalah salah satu penyebab kanker paru-paru. Hal ini disebabkan karena ....
    a. merokok adalah kebiasaan yang kurang baik bagi kesehatan
    b. rokok mengeluarkan asap yang menyesakkan napas
    c. rokok mengandung zat-zat yang merangsang tumbuhnya sel kanker
    d. kebiasaan merokok susah untuk dihentikan karena menimbulkan kecanduan
17. Jika seseorang terluka dan darahnya sulit membeku maka dia memiliki gangguan pada ....
    a. keping darah
    b. sel darah merah
    c. plasma darah
    d. sel darah putih
18. Peredaran darah kecil berawal dari bilik kanan jantung melalui pembuluh darah ....
    a. nadi yang berdinding tebal
    b. bilik yang berdinding tebal
    c. nadi yang berdinding tipis
    d. balik yang berdinding tipis
19. Penderita kelainan jantung sering mengalami sesak, dada nyeri, dan cepat lelah. Hal ini terjadi karena ....
    a. jantung kelebihan kolesterol
    b. pertumbuhan sel darah merah melebihi normal
    c. darah kekurangan haemoglobin (Hb)
    d. kemampuan jantung memompa darah berkurang
20. Klorofil pada daun banyak di bagian ....
    a. epidermis
    b. palisade
    c. stomata
    d. floem
21. Pembuluh xylem yang sangat kecil menyebabkan air tertarik dari akar ke daun. Peristiwa tersebut terjadi akibat adanya ....
    a. daya isap batang
    b. daya isap daun
    c. kapilaritas batang
    d. kapilaritas daun

22. Energi yang digunakan untuk menggabungkan oksigen dengan RuBP agar terbentuk molekul organik baru, berasal dari ....
    a. klorofil
    b. *fotocell*
    c. kimia
    d. sinar matahari
23. Larutan yang digunakan untuk menguji amilum adalah ....
    a. iodium
    b. eosin
    c. fehling A dan B
    d. benedict
24. Gerak tumbuhan yang menyebabkan seluruh tubuh tumbuhan bergerak dinamakan ....
    a. taksis
    b. geotropisme
    c. tropisme
    d. seismonasti
25. Tahap perkembangan manusia yang benar adalah ....
    a. zigot – janin – embrio – manusia
    b. embrio – zigot – janin – manusia
    c. embrio – janin – zigot – manusia
    d. zigot – embrio – janin – manusia
26. Sistem gerak terdiri dari tulang, otot, dan sendi yang masing-masing memiliki fungsi, yaitu ....
    a. otot merupakan alat gerak pasif
    b. otot untuk menambah berat badan
    c. tulang sebagai pemberi bentuk tubuh
    d. sendi untuk menghubungkan antar otot
27. Tulang pada pergelangan kaki dapat digerakkan, namun terbatas karena sendi antar tulangnya adalah ....
    a. sendi kaku
    b. sendi mati
    c. sendi gerak
    d. sendi engsel
28. Protein tersusun dari salah satu unsur yang tidak dimiliki oleh zat makanan lain. Unsur tersebut adalah ....
    a. hidrogen
    b. oksigen
    c. karbon
    d. nitrogen
29. Berikut ini, yang terjadi pada usus besar saat proses pencernaan makanan berlangsung adalah ....
    a. pencernaaan protein dan penyerapan air
    b. penyerapan lemak dan protein
    c. penyerapan air dan pembusukkan makanan
    d. pencernaan karbohidrat dan lemak
30. Alasan mengapa salah satu fungsi darah adalah membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh adalah ....
    a. karena darah mengandung oksigen
    b. karena darah mengandung sel darah putih
    c. karena darah mampu menjaga suhu tubuh
    d. karena darah mengandung hormon
31. Logam emas disusun oleh partikel terkecil materi yang disebut ....
    a. molekul
    b. ion
    c. molekul unsur
    d. atom
32. Partikel terkecil penyusun materi yang bermuatan positif disebut ....
    a. anion
    b. kation
    c. ion
    d. molekul
33. Di antara materi berikut ini yang partikel terkecil penyusunnya molekul adalah ....
    a. garam dapur
    b. air
    c. besi
    d. udara
34. Molekul unsur terdapat dalam ....
    a. garam dapur
    b. gas karbon dioksida
    c. gas nitrogen
    d. air
35. Air laut dapat menghantarkan arus listrik karena mengandung ....
    a. zat terlarut
    b. ion-ion
    c. molekul-molekul
    d. air

36. Senyawa garam umumnya memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi yang disebabkan oleh gaya tarik antar ....
    a. ion penyusun yang kuat
    b. molekul penyusun yang kuat
    c. partikel penyusun yang lemah
    d. atom penyusun yang lemah
37. Pestisida yang dapat dipakai untuk membasmi siput yang merusak tanaman sayuran termasuk kelompok ....
    a. fungisida
    b. bakterisida
    c. herbisida
    d. nematisida
38. Yang termasuk upaya pengurangan dampak negatif akibat pemakaian bahan kimia di rumah di antaranya adalah ....
    a. memakai bahan kimia tanpa aturan
    b. menggunakan pestisida alami
    c. memakai bahan kimia yang mahal harganya
    d. selalu memakai bahan kimia
39. Gula merah dalam pengolahan makanan bisa berfungsi sebagai berikut, *kecuali* ....
    a. pemberi aroma
    b. penyedap
    c. pewarna
    d. pengawet
40. Nikotin yang masuk ke dalam paru-paru bersama asap rokok dapat meningkatkan resiko terkena hal berikut ini, *kecuali* ....
    a. kanker paru-paru
    b. emphysema
    c. kemandulan
    d. euphoria

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Jelaskan tahapan perkembangan janin beserta ciri tahapannya.
2. Apa perbedaan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna?
3. Pada dinding usus halus dihasilkan beberapa enzim pencernaan. Sebutkan enzim-enzim tersebut.
4. Mengapa tulang disebut sebagai alat gerak pasif?
5. Jelaskan apa yang dimaksud kapasitas total paru-paru.
6. Jelaskan perbedaan pembuluh nadi dan pembuluh balik.
7. Tuliskan organ-organ pada tumbuhan.
8. Jelaskan mengapa larutan garam dapur dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan larutan gula tidak.
9. Berikan beberapa contoh akibat negatif dari penyalahgunaan pemakaian zat adiktif dan psikotropika pada kehidupan sosial.
10. Jelaskan secara singkat contoh peran keluarga, anggota masyarakat, sekolah, dan pemerintah untuk membantu kalian agar tidak terjerumus dalam pemberantasan penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika.

Bab 9

Sumber: *www.defenseindustrydaily.com*

Gaya dan Penerapannya

Hasil yang harus kamu capai:

memahami peranan usaha, gaya, dan energi dalam kehidupan sehari-hari.

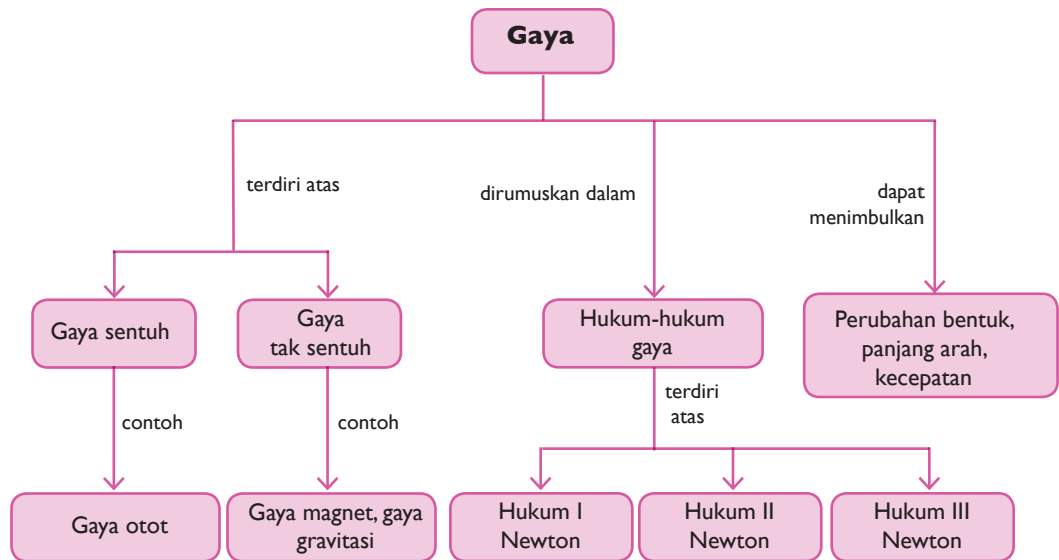
Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- mengidentifikasi jenis-jenis gaya, penjumlahan gaya, dan pengaruhnya pada suatu benda yang dikenai gaya;
- menerapkan Hukum Newton untuk menjelaskan berbagai peristiwa dalam kehidupan sehari-hari.

Jika kamu perhatikan dengan saksama, banyak benda-benda yang ada di sekelilingmu tidak pernah diam. Di kota-kota besar terlihat berbagai jenis kendaraan berlalu lalang di jalan raya. Di udara pesawat terbang melesat dari suatu tempat ke tempat lainnya. Bahkan di sungai atau di laut pun perahu-perahu melesat di permukaan air. Kamu tentu tahu bahwa kendaraan-kendaraan tersebut dikendalikan oleh mesin sehingga menghasilkan gaya, baik berupa dorongan atau tarikan, untuk menggerakkan kendaraan itu. Akan tetapi, bagaimanakah mesin menghasilkan gaya sehingga kendaraan dapat bergerak?

Selain itu, bagaimana dengan gerakan benda-benda dan gejala-gejala yang ada di alam? Mengapa angin bertiup dan air sungai mengalir? Mengapa bulan mengelilingi bumi dan bumi mengelilingi matahari? Apakah semua benda tersebut ditarik atau didorong dengan gaya?

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut ini sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Dalam kehidupan sehari-hari kita sering melakukan tarikan dan dorongan, apakah tarikan dan dorongan itu?
2. Apakah yang akan terjadi apabila tarikan dan dorongan itu dilakukan bersama-sama pada arah yang sama atau pada arah yang berlawanan?
3. Apakah yang terjadi pada suatu benda jika resultan gayanya sama dengan nol?

A. Pengertian Gaya

Pernahkah kamu bermain ayunan? Bagaimanakah usahamu agar ayunan dapat berayun tinggi? Tentu kamu harus menggerakkan kaki dan badan sehingga ayunan dapat melayang semakin tinggi. Gerakan kaki dan badanmu adalah usaha dalam memberikan dorongan atau tarikan pada ayunan agar tetap berayun, seperti terlihat pada Gambar 9.2 (a). Jika temanmu yang mendorong ayunan tersebut, apakah yang akan terjadi? Apakah ayunan akan bergerak sama seperti pada saat kamu melakukannya sendiri? Perhatikan Gambar 9.2 (b).

Sumber: *CD Image*

Gambar 9.1

Bagaimana benda-benda di alam dapat bergerak? Apa penyebabnya?

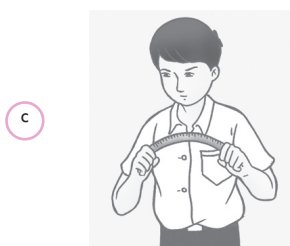
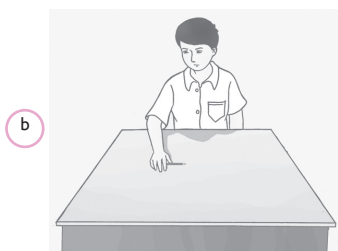
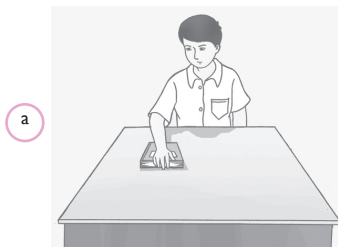
Gambar 9.2

Seorang anak sedang main ayunan dengan
(a) didorong oleh temannya,
(b) dorongan sendiri.

Apakah yang dimaksud dengan dorongan atau tarikan yang kamu lakukan itu? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 9.1 berikut.

Ayo Coba 9.1

Tujuan
Mendeskripsikan dorongan dan tarikan

Alat dan bahan
Buku, pensil, penggaris plastik, dan meja

Gambar 9.3

Tarikan atau dorongan dapat menyebabkan suatu benda bergerak atau berubah bentuk.

Cara kerja

1. Tariklah sebuah buku di atas mejamu, seperti Gambar 9.3a. Apakah yang terjadi?
2. Doronglah sebuah pensil di atas mejamu, seperti Gambar 9.3b. Apakah yang terjadi?
3. Lengkungkan kedua ujung penggaris plastikmu, seperti Gambar 9.3c. Apakah yang terjadi?

Pertanyaan

1. Apakah yang kamu lakukan terhadap setiap benda tersebut?
2. Apa yang terjadi pada masing-masing benda setelah kamu melakukan kegiatan? Jelaskan.
3. Berdasarkan kegiatan ini, apakah kesimpulanmu?

Ketika kamu menarik buku dan mendorong pensil di atas mejamu, ternyata buku dan pensil bergerak atau berpindah tempat. Begitu pula ketika kamu menarik kedua ujung penggarismu, tarikan mengubah bentuk penggaris menjadi melengkung. Tarikan dan dorongan yang kamu berikan pada benda disebut gaya. Apakah gaya yang kamu berikan memiliki arah? Tentu, gaya memiliki arah. Ketika kamu mendorong ke depan, benda pun akan bergerak ke depan. Jadi, gaya dapat dikatakan sebagai tarikan atau dorongan.

Gaya dapat menyebabkan sebuah benda berubah bentuk, berubah posisi, berubah kecepatan, berubah panjang atau volume, dan juga berubah arah. Sebuah gaya disimbolkan dengan huruf F singkatan dari *Force*. Satuan gaya dalam Satuan Internasional (SI) adalah Newton (N) yang merupakan penghormatan bagi seorang ilmuwan Fisika Inggris bernama Sir Isaac Newton (1642-1727).

Soal Penguasaan Materi 9.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mobil ketika mesinnya dihidupkan, dapat melaju dengan kecepatan tertentu. Setelah beberapa saat, mobil tersebut direm sehingga jalannya menjadi lambat dan perlahan-lahan berhenti.
   a) Adakah dorongan atau tarikan yang memengaruhi benda tersebut? Apakah itu?
   b) Ketika melaju, gaya apakah yang bekerja pada mobil?
   c) Pada saat mobil perlahan-lahan berhenti, gaya apakah yang bekerja pada mobil tersebut?
2. Apakah yang akan terjadi jika:
   a. pegas ditarik,
   b. roti ditekan,
   c. sepeda dikayuh, dan
   d. bola ditendang?

B. Jenis-Jenis Gaya

Tuhan telah memberikan anugerah kepada kamu berupa otot sehingga setiap saat kamu dapat melakukan kerja. Misalnya mandi, makan, menulis, minum, atau mengangkat benda-benda. Semua kegiatan tersebut kamu lakukan dengan memberi tarikan dan dorongan pada benda-benda itu sehingga dapat berubah bentuk, kecepatan, panjang, atau arah. Ketika kamu mendorong sebuah mobil, kamu telah memberikan gaya. Dorongan tersebut menyebabkan mobil dapat bergerak dan berpindah tempat, seperti pada Gambar 9.4 (a).

Gambar 9.4

Contoh beberapa gaya yang bekerja,
(a) orang yang sedang mendorong mobil dan
(b) buah kelapa yang jatuh dari pohonnya.

Selain itu, kamu tentu pernah melihat buah kelapa tiba-tiba jatuh dari pohonnya, seperti pada Gambar 9.4 (b). Apakah ada yang menarik buah kelapa tersebut sehingga jatuh dari pohonnya? Bagaimanakah cara menariknya? Dari kedua contoh tersebut, ada dua cara gaya bekerja terhadap suatu benda. Supaya memahami kedua jenis gaya tersebut, marilah lakukan kegiatan Ayo Coba 9.2 berikut.

Ayo Coba 9.2

Tujuan
Mengidentifikasi gaya yang bersentuhan langsung dan gaya yang tidak bersentuhan langsung

Alat dan bahan
Plastisin, karet gelang, kelereng, magnet batang, paku, benang, sobekan kertas, dan penggaris plastik.

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Letakkan plastisin di atas meja, lalu tekanlah plastisin tersebut dengan jarimu. Apakah yang terjadi?
3. Tariklah karet gelang. Apakah yang terjadi?
4. Doronglah kelereng di atas meja. Apakah yang terjadi?

Ilmuwan IPA

Sir Isaac Newton
(1642–1727)

Sir Isaac Newton dilahirkan di sebuah wisma besar di Woolstharpe, Lincalnshire, Inggris. Newton adalah seorang yang pendiam dan selalu merasa kesepian. Pada 1661, Newton dikirim untuk belajar di Universitas Cambridge, tidak jauh dari tempat tinggalnya. Pada 1665 dan 1666, Newton banyak membuat penemuan yang penting.

Sumber: *www.horaz.com; en.wikipedia.org*

5. Gantunglah magnet batang dengan benang sehingga dapat bergerak bebas. Lalu, berilah usikan-usikan pada magnet tersebut. Amati apa yang terjadi.
6. Dekatkan magnet batang pada sebuah paku. Apakah yang terjadi?
7. Lepaskan plastisin dari ketinggian tertentu. Apakah yang terjadi?
8. Gosok-gosokkanlah penggaris plastikmu pada rambut, lalu dekatkan pada sobekan kertas. Apakah yang akan terjadi?

Pertanyaan

1. Disebabkan oleh besaran apakah peristiwa yang terjadi pada masing-masing benda?
2. Berdasarkan kegiatan ini, sebutkan contoh-contoh gaya yang kamu ketahui. Kemudian, kelompokkanlah gaya-gaya tersebut berdasarkan jenisnya, apakah dengan cara bersentuhan langsung atau tidak.

Nama Gaya	Jenis Gaya
Gaya otot	Gaya sentuh
....	....
....	....

3. Tuliskan kesimpulanmu tentang jenis gaya tersebut.

Berdasarkan kegiatan tersebut, gaya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu gaya yang bekerja melalui sentuhan langsung dan gaya yang bekerja tidak melalui sentuhan langsung. Gaya yang bekerja melalui sentuhan langsung disebut gaya sentuh, sedangkan gaya yang bekerja tidak melalui sentuhan langsung disebut gaya tak sentuh. Adapun pengaruh gaya pada benda, antara lain dapat menggerakkan benda serta mengubah bentuk, kecepatan, dan arah gerak benda.

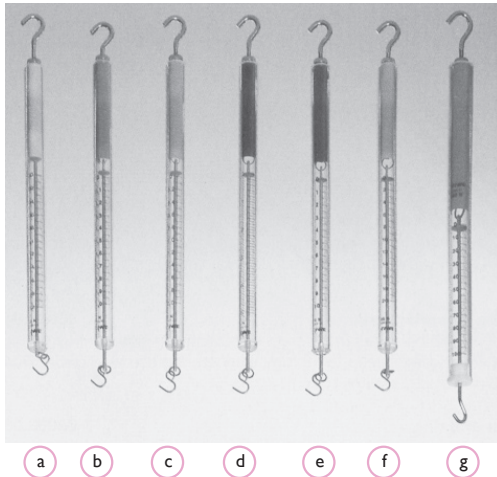
Tugas 9.1

Berikut adalah peristiwa yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

1. Gaya tarik yang dilakukan orang pada gerobak.
2. Gaya gesek ban mobil dengan jalan.
3. Gaya tendang ketika sedang menendang bola.
4. Gaya gravitasi bumi yang bekerja pada sebuah benda yang jatuh ke permukaan bumi.
5. Gaya tarik atau gaya tolak magnet.
6. Gaya tarik atau tolak muatan-muatan listrik.

Coba kamu kelompokkan peristiwa-peristiwa tersebut berdasarkan gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Lalu, berikan contoh sebanyak-banyaknya peristiwa lain yang termasuk kedua gaya tersebut.

C. Mengukur Gaya

Ketika kamu memberikan tarikan atau dorongan pada sebuah benda, tentu kamu tidak tahu seberapa besar tarikan atau dorongan yang kamu berikan. Untuk dapat mengetahui besar gaya yang kamu berikan, diperlukan suatu alat ukur. Alat ukur gaya yang paling sederhana dan dapat mengukur secara langsung adalah neraca pegas (dinamometer). Terdapat berbagai jenis dan skala dinamometer di laboratorium seperti terlihat pada Gambar 9.5.

Sumber: *Phywe Physics Catalogue*

Gambar 9.5

Jenis-jenis dinamometer untuk skala (a) 0,2 N, (b) 1 N, (c) 2 N, (d) 5 N, (e) 10 N (f) 20 N, dan (g) 100 N.

Bagaimanakah cara menggunakan dinamometer? Untuk lebih memahaminya, lakukan kegiatan Ayo Coba 9.3 berikut.

Ayo Coba 9.3

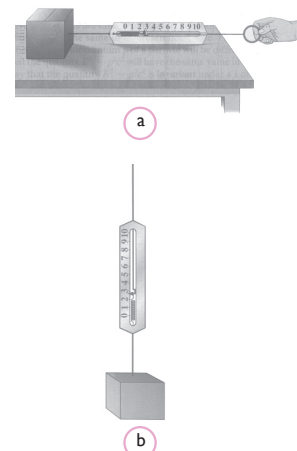
Tujuan

Mengetahui cara membaca dinamometer

Alat dan bahan

Dinamometer dengan batas ukur 1 N, 5 N, dan 10 N, balok yang permukaannya kasar, beban dengan massa 20 g, 50 g, dan 100 g, serta balok.

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Letakkan balok di atas meja, lalu tariklah balok tersebut dengan neraca pegas 1 N, seperti Gambar 9.6 (a). Amati skala neraca pegas dan catat skala hasil pengukurannya ketika balok tepat akan bergerak.
3. Gantungkan secara bergantian beban 20 g, 50 g, dan 100 g dengan neraca pegas yang berbeda, seperti pada Gambar 9.6 (b). Catat setiap hasil pengukurannya.

Gambar 9.6

Mengukur besar gaya dengan menggunakan neraca pegas.

4. Ukurlah benda-benda yang lainnya sehingga kamu memahami cara mengukur gaya dengan dinamometer.

Pertanyaan

1. Gaya apa sajakah yang terlibat pada kegiatan tersebut?
2. Sebuah benda diukur dengan neraca pegas menunjukkan 2 N, berapakah hasil skala jika 10 buah benda yang sama jika digantungkan pada neraca pegas?
3. Bagaimanakah sikapmu ketika melihat seseorang yang sedang mengukur berat beras di pasar salah atau tidak benar?

D. Penjumlahan Gaya dan Pengaruhnya pada Benda

Gambar 9.7

Tangan yang sedang menarik benda ke kanan beserta vektor gayanya.

Apakah gaya memiliki arah? Coba kamu jatuhkan sebuah benda. Apakah yang terjadi? Ke arah manakah benda tersebut jatuh? Tariklah sebuah benda di mejamu. Ke manakah benda itu bergerak? Coba belokkan arah tarikanmu. Apakah arah gerak benda juga mengikuti gaya tariknya?

Dari contoh tersebut, kamu dapat menyimpulkan bahwa gaya termasuk besaran yang memiliki nilai dan arah yang kamu kenal dengan besaran vektor. Sebuah besaran gaya dapat digambarkan dengan sebuah anak panah. Misalnya, kamu memberikan gaya terhadap sebuah benda ke kanan, seperti terlihat pada Gambar 9.7.

Panjang anak panah menyatakan nilai (besar) gaya, sedangkan arah anak panah menyatakan arah kerja gaya. Misalnya, sebuah gaya F yang besarnya 5 N bekerja pada sebuah benda. Jika 1 cm menggambarkan 1 N, gaya tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

Gambar 9.8

Gaya sebesar 5 N dan arahnya ke kanan

Panjang OF menyatakan nilai gaya dan arah OF menyatakan arah gaya.

1. Penjumlahan Gaya

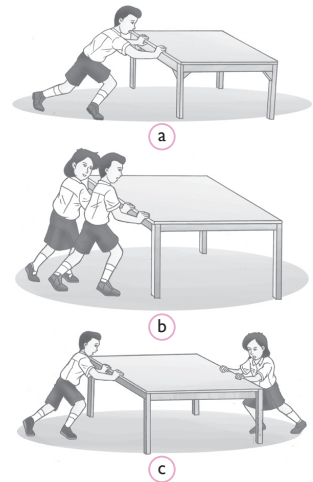
Apabila kamu disuruh memindahkan sebuah meja di kelasmu, manakah yang lebih mudah? Apakah dengan mendorong sendirian atau dibantu dengan temanmu? Mengapa demikian? Untuk lebih jelasnya, marilah lakukan kegiatan Ayo Coba 9.4 berikut.

Ayo Coba 9.4

Tujuan
Mengidentifikasi penjumlahan gaya

Alat dan bahan
Sebuah meja

Cara kerja
1. Doronglah sebuah meja olehmu sendiri, seperti pada Gambar 9.9 (a).
2. Kemudian, dorong meja tersebut olehmu dan temanmu secara serentak dengan arah yang sama, seperti pada Gambar 9.9 (b). Apakah yang terjadi?
3. Dorong kembali meja tersebut olehmu dan temanmu dengan arah yang berlawanan, seperti pada Gambar 9.9 (c). Apakah yang terjadi?

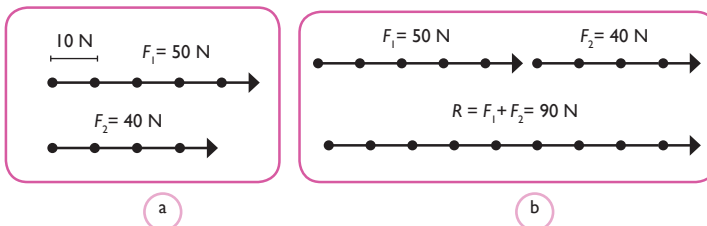
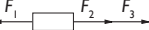
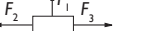
Pertanyaan
1. Bagaimanakah seharusnya arah kedua gaya agar meja lebih mudah didorong?
2. Bagaimanakah meja tersebut jika didorong dengan dua gaya yang berlawanan arah?
3. Coba kamu gambarkan kedua gaya yang bekerja pada meja dengan arah berlawanan.
4. Apakah dua buah gaya atau lebih dapat dijumlahkan?

Gambar 9.9

Menurutmu, ke arah manakah meja akan bergerak?

Mendorong meja oleh dua orang dengan arah yang sama tentu akan lebih mudah dibandingkan dengan mendorong meja oleh satu orang. Hal ini menunjukkan bahwa dua buah gaya atau lebih dapat dijumlahkan. Namun, bagaimanakah jika kedua gaya yang kamu kerjakan itu saling berlawanan arah? Tentu benda akan lebih sulit untuk bergerak. Mengapa demikian? Hal ini disebabkan kedua gaya tersebut saling mengurangi. Penjumlahan atau pengurangan dua buah gaya atau lebih disebut resultan gaya.

Misalnya, dua orang sedang mendorong sebuah mobil dengan gaya masing-masing 50 N dan 40 N. Gaya kedua orang yang memengaruhi mobil tersebut menjadi 90 N. Apabila kedua gaya itu kamu gambarkan dan 1 cm mewakili 10 N akan didapatkan Gambar 9.11 berikut.

Gambar 9.10

Dua orang sedang mendorong mobil.

Gambar 9.11

(a) Dua buah gaya searah masing-masing 50 N dan 40 N, beserta (b) resultan gayanya.

Pembahasan UN

Tiga buah gaya masing-masing F_1 = 20 N, F_2 = 25 N, dan F_3 = 30 N bekerja pada suatu benda. Resultan gaya terbesar adalah gambar ....
(**UN 2007**)

a. F_1 F_2 F_3
b. F_2 F_1 F_3
c. F_3 F_1 F_2
d. F_2 F_1 F_3

Jawaban (a)

a. R = (25 + 30 – 20) N
= 35 N ke kanan

b. R = (20 + 30 – 25) N
= 25 N ke kanan

c. R = (20 + 25 – 30) N
= 15 N ke kanan

d. R_1 = (30 – 25) N
= 5 N ke kanan
R_2 = 20 N ke atas

Cara menggambarkan resultan kedua buah gaya (R) tersebut adalah dengan menggambarkan gaya F_1 sesuai dengan besar dan arahnya. Kemudian, di ujung gaya F_1 digambarkan gaya F_2 dengan besar dan arah yang sesuai. Resultan gayanya adalah panjang dari titik pangkal F_1 sampai ke ujung akhir F_2.

Secara matematis, resultan beberapa buah gaya dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$R\,(\text{N}) = F_1\,(\text{N}) + F_2\,(\text{N}) + F_3\,(\text{N})\ \ldots \qquad (9\text{–}1)$$

Bagaimanakah jika kedua gaya itu saling berlawanan arah? Misalnya, kedua gaya tersebut adalah F_1 = 50 N ke arah kanan dan F_2 = 40 N ke arah kiri, berapakah resultan gayanya? Kemanakah arah gaya resultannya? Secara aljabar, resultan gaya ditulis.

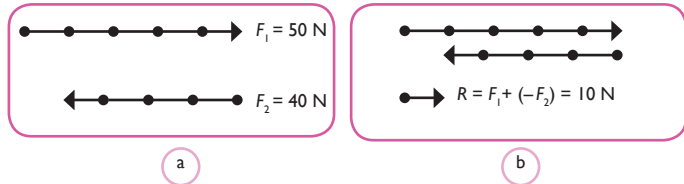
$$R = F_1 + (-F_2)$$
$$R = 50\text{ N} + (-40\text{ N})$$
$$R = 50\text{ N} - 40\text{ N}$$
$$R = 10\text{ N}$$

Tanda minus pada gaya F_2 menunjukkan bahwa F_2 berlawanan arah dengan F_1. Adapun secara grafis, dapat digambar sebagai berikut.

a

b

Gambar 9.12

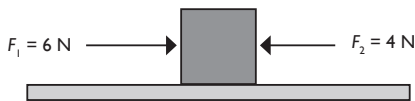
(a) Dua buah gaya berlawanan arah dan (b) resultan gayanya.

2. Kesetimbangan

Menjumlahkan dua buah gaya yang saling berlawanan arah adalah dengan cara mengurangkan besar kedua gaya tersebut. Bagaimanakah jika besar kedua gaya itu sama? Berapakah resultannya? Apakah akibatnya terhadap benda? Tentu benda akan diam karena jumlah kedua gaya tersebut sama dengan nol. Keadaan ini disebut benda berada dalam kesetimbangan. Jadi, suatu benda dikatakan setimbang apabila resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol.

Soal Penguasaan Materi 9.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jika 2 N dinyatakan dengan 1 cm, lukislah diagram gaya-gaya berikut.
   a. F_1 = 10 N ke kanan,
   b. F_2 = 12 N ke kiri.
2. Dua orang anak sedang mendorong sebuah meja ke kanan dengan gaya masing-masing 10 N dan 20 N. Gambarlah gaya-gaya tersebut dan gunakan skala yang sesuai.

3. Perhatikan gambar gaya berikut.

   a. Manakah yang memberikan gaya yang lebih besar.
   b. Jelaskan peristiwa yang akan terjadi pada benda tersebut.
4. Seekor kerbau ditarik melalui tali oleh dua orang penggembala dengan gaya masing-masing 60 N dan 40 N. Gambarkan dan hitung resultan gaya dua orang tersebut jika
   a. kedua gaya orang tersebut searah,
   b. kedua gaya orang tersebut berlawanan arah.
5. Sebuah benda yang beratnya 25 N diangkat ke atas dengan gaya 40 N, seperti pada gambar. Gambarkan gaya yang bekerja pada benda dan hitung resultan kedua gaya tersebut.

E. Hukum-Hukum Newton

1. Hukum I Newton

Apabila kamu naik sebuah bus, kemudian bus itu tiba-tiba di rem, kamu akan terdorong ke depan. Bagaimana apabila bus tersebut maju tiba-tiba? Tentu kamu akan terdorong ke belakang. Mengapa hal itu bisa terjadi? Untuk mengetahuinya lakukanlah kegiatan Ayo Coba 9.5 berikut.

Ayo Coba 9.5

Tujuan

Membuktikan sifat kelembaman

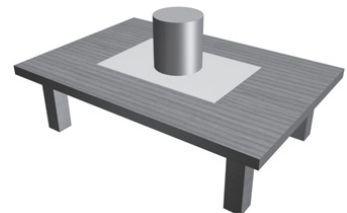
Alat dan bahan

Kertas HVS 1 lembar, silinder logam, dan meja

Cara kerja

1. Letakkan selembar kertas di atas meja, kemudian letakkan sebuah selinder logam di atas kertas itu.
2. Tariklah kertas itu secara horisontal dengan sekali sentakan. Lakukan kegiatan tersebut beberapa kali.
3. Ulangi kegiatan di atas, tetapi dengan cara yang sedikit berbeda. Tariklah kertas secara perlahan-lahan, lalu hentikan secara mendadak. Lakukan kegiatan tersebut beberapa kali.

Pertanyaan

1. Apakah kesimpulanmu setelah melakukan percobaan pertama? Apakah silinder logam cenderung diam ketika diganggu dengan sekali sentakan?
2. Berapakah resultan gaya benda yang sedang diam?
3. Apakah kesimpulanmu setelah melakukan percobaan kedua? Apakah selinder logam cenderung bergerak ketika gangguan yang diberikan tiba-tiba dihentikan?
4. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan ini?

Gambar 9.13

Tariklah kertas dengan sekali hentakan. Apakah yang terjadi?

Dari kegiatan tersebut, kamu dapat mengetahui jika suatu benda yang sedang diam memiliki kecenderungan untuk diam. Benda yang sedang bergerak cenderung untuk terus bergerak. Hal ini sesuai dengan sifat benda yaitu sifat lembam (malas). Untuk benda yang bergerak terus, kamu dapat melihatnya pada contoh berikut.

Ketika kamu mendorong sebuah balok di atas meja yang permukaannya datar kamu akan melihat bahwa balok tersebut akan cenderung bergerak dan kemudian berhenti. Akan tetapi, pada saat permukaan meja tersebut diperhalus, balok akan cenderung terus bergerak.

Kejadian tersebut dipelajari kali pertama oleh Sir Issac Newton dan dinyatakan sebagai Hukum I Newton yang menyatakan bahwa "*suatu benda akan tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan jika resultan gaya yang bekerja pada benda itu sama dengan nol*".

Prinsip inilah yang menyebabkan kamu terdorong ke depan ketika bus tiba-tiba direm atau terdorong ke belakang ketika bus bergerak maju secara mendadak. Keadaan tersebut berhubungan dengan sifat kelembaman dirimu. Oleh sebab itu, Hukum I Newton dikenal dengan hukum kelembaman.

Tugas 9.2

1. Sediakan olehmu sebuah benda yang bisa digantung, seperti pada gambar.

2. Tariklah benang bagian bawah dengan sekali sentakan, lalu amati yang terjadi pada benda tersebut. Lakukan kegiatan ini beberapa kali.
3. Lakukan kegiatan yang sama dengan cara menarik benang bagian bawah, tetapi secara perlahan-lahan. Amati yang terjadi pada benda. Lakukan kegiatan itu beberapa kali.

Kesimpulan apakah yang dapat kamu berikan dari kegiatan tersebut? Jelaskan sesuai dengan Hukum I Newton yang telah kamu pahami.

2. Hukum II Newton

Bagaimanakah akibatnya pada suatu benda apabila resultan gaya yang bekerja padanya tidak sama dengan nol? Tentu hanya ada satu kemungkinan, benda pasti akan bergerak. Gerak apakah itu? Untuk menjawabnya, kamu harus mengingat pelajaran yang telah lalu tentang gerak.

Tugas 9.3

Untuk mengingat kembali materi tentang gerak, jawablah beberapa pertanyaan berikut di dalam buku latihanmu.

1. Masih ingatkah kamu tentang pelajaran gerak lurus? Coba sebutkan dua jenis gerak lurus yang telah kamu pahami.
2. Sebutkan pula ciri-ciri dari kedua gerak tersebut.
3. Jika sebuah benda bergerak dengan kecepatan berubah secara beraturan, besaran apakah yang akan berpengaruh terhadap peristiwa tersebut?

Berdasarkan jawabanmu, dapat disimpulkan bahwa apabila resultan gaya yang bekerja pada benda tidak sama dengan nol tetapi konstan, benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Benda yang bergerak lurus berubah beraturan kecepatannya berubah secara beraturan sehingga mengalami percepatan yang tetap.

Ketika kamu mendorong meja seorang diri, tentu meja tersebut bergerak lambat. Beda halnya ketika kamu bersama teman-temanmu mendorongnya, meja tersebut lebih mudah lagi bergerak. Hal ini terjadi karena gaya yang diberikan terhadap meja olehmu sendiri lebih kecil dibandingkan ketika kamu dibantu teman-temanmu. dengan demikian, meja lebih mudah digerakkan karena percepatannya lebih besar.

Besarnya percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gayanya. Semakin besar resultan gaya yang bekerja pada suatu benda, percepatannya akan semakin besar. Apabila percepatan disimbolkan dengan a dan resultan gaya disimbolkan dengan ΣF, dapat dituliskan

$$\vec{a} \propto \Sigma \vec{F} \qquad (9\text{–}2)$$

Suatu benda memiliki sifat kelembaman yang selanjutnya disebut massa kelembaman. Massa kelembaman ini sangat memengaruhi percepatan gerak suatu benda. Untuk lebih jelasnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 9.6 berikut.

Ayo Coba 9.6

Tujuan

Mengidentifikasi hubungan antara massa kelembaman dan percepatan

Alat dan bahan

Mobil mainan elektrik dan buku

Cara kerja

1. Siapkan mobil mainan elektrik.
2. Jalankan mobil mainan tersebut, kemudian amati geraknya.

Hal Penting
Key Point

Massa suatu benda adalah ukuran kelembaman dari benda tersebut. Semakin besar massa, semakin besar gaya yang diperlukan untuk memindahkan benda tersebut.

The mass of a body is a measure of the inertia of a body. The bigger the mass, the bigger the force needed to change the motion of the body.

3. Letakkan sebuah buku di atasnya, lalu amati pula gerakannya.
4. Ambil buku lain dan letakkan lagi di atas mobil mainan, kemudian gerakkan mobil.
5. Lakukan kegiatan ini dengan menambah jumlah buku yang berbeda hingga lima kali.

Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi pada percepatan mobil mainan tersebut?
2. Jelaskan mengapa bisa terjadi demikian.
3. Apabila pada sebuah benda yang sedang bergerak dengan percepatan tertentu kamu tambahkan massa bebannya, apakah yang terjadi pada percepatan benda tersebut?
4. Jelaskan pengaruh penambahan massa terhadap percepatan benda.

Jika suatu benda yang sedang bergerak dengan percepatan tertentu kamu tambahkan massa kelembamannya, percepatan benda akan semakin kecil. Hal ini membuktikan bahwa percepatan benda berbanding terbalik dengan massa benda. Untuk resultan gaya tetap yang bekerja pada suatu benda dengan massa semakin besar, semakin kecil percepatan yang terjadi. Apabila massa kelembaman benda disimbolkan dengan m, diperoleh hubungan percepatan dan massa sebagai berikut.

$$a \propto \frac{1}{m} \qquad (9\text{–}3)$$

Gejala-gejala tersebut telah dipelajari sebelumnya oleh Newton sehingga menghasilkan Hukum II Newton, yang menyatakan bahwa jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda tidak sama dengan nol, benda akan bergerak dengan percepatan yang besarnya sebanding dengan resultan gayanya dan berbanding terbalik dengan massa kelembamannya. Secara matematis dituliskan

$$a = \frac{\Sigma F}{m}$$

atau

$$\Sigma F = ma \qquad (9\text{–}4)$$

dengan: a = percepatan (m/s^2)
ΣF = resultan gaya (N)
m = massa (kg)

Untuk benda yang bergerak dengan gaya yang bekerja ΣF = konstan, a = konstan. Artinya, benda mengalami gerak lurus berubah beraturan.

Contoh Soal 9.1

Gaya 10 N pada sebuah benda menyebabkan benda tersebut bergerak dengan percepatan tertentu. Jika massa benda 2 kg, hitung percepatan benda tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui : $F = 10$ N

$m = 2$ kg

Ditanya : a

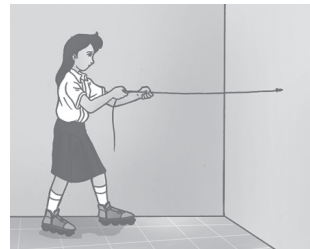
$$a = \frac{\Sigma F}{m}$$

$$a = \frac{10\ \text{N}}{2\ \text{kg}}$$

$$a = 5\ \text{N/kg atau}\ 5\ \text{m/s}^2$$

3. Hukum III Newton

Apabila kamu memiliki sepatu roda, coba kamu lakukan kegiatan sederhana untuk menggali konsep Hukum III Newton. Caranya, pakailah sepatu roda, ikatkan sebuah tali pada dinding, lalu tariklah tali tersebut, seperti pada Gambar 9.14. Apakah yang terjadi?

Apabila kamu tarik dinding melalui tali, ternyata kamu tertarik oleh dinding. Seolah-olah ada gaya yang menarikmu ke dinding sebagai reaksi dari gaya tarik yang kamu berikan. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa apabila kamu memberikan gaya aksi pada suatu benda, ternyata benda tersebut akan mengadakan gaya reaksi yang arahnya berlawanan. Apakah kedua gaya tersebut sama? Untuk menjawabnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 9.7 berikut.

Gambar 9.14

Seorang anak yang memakai sepatu roda sedang menarik tali yang diikat pada dinding untuk membuktikan Hukum III Newton.

Ayo Coba 9.7

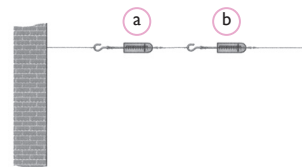
Tujuan

Mengidentifikasi besar gaya aksi dan reaksi

Alat dan bahan

Dua neraca pegas dengan skala yang sama

Cara kerja

1. Sediakan dua neraca pegas.
2. Ikatkan salah satu ujung neraca pegas A pada dinding.
3. Gabungkan neraca pegas B pada neraca pegas A seperti terlihat pada gambar.
4. Tariklah neraca pegas B, kemudian bacalah hasil pengukuran neraca pegas A dan B.
5. Lakukan kegiatan tersebut untuk gaya tarik yang berbeda-beda.

Gambar 9.15

Dapatkah kamu membedakan, manakah yang merupakan gaya aksi dan gaya reaksi?

Gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas B disebut gaya aksi dan gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas A disebut gaya reaksi.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah besar gaya aksi dan reaksi dari hasil pengamatanmu?
2. Bagaimanakah arah kedua gaya tersebut?
3. Bekerja pada benda yang samakah kedua gaya itu?
4. Berilah kesimpulan dari hasil kegiatan tersebut.

Jawaban kamu pada pertanyaan Ayo Coba 9.7 dikenal dengan Hukum III Newton atau Hukum Aksi Reaksi yang menyatakan bahwa apabila sebuah benda mengerjakan gaya (gaya aksi) kepada benda yang lain, benda kedua akan mengerjakan gaya (gaya reaksi) pada benda pertama yang besarnya sama dan arahnya berlawanan.

Secara matematis Hukum III Newton dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Gaya aksi} = -\text{Gaya reaksi}$$

$$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}} \qquad (9\text{–}6)$$

Gaya aksi dan reaksi tersebut memiliki besar yang sama, tetapi berlawanan arah dan bekerja pada dua benda yang berbeda. Kini coba kamu analisis beberapa benda lain yang mengadakan aksi terhadap benda yang lainnya.

a. Gaya Normal

Gambar 9.16

Sebuah benda yang diam di atas meja memiliki resultan gaya nol.

Sebuah benda yang diletakkan di atas meja memiliki resultan gaya sama dengan nol, tetapi bukan berarti tidak ada gaya yang bekerja padanya. Pada benda tersebut ada dua gaya yang saling berlawanan, seperti terlihat pada Gambar 9.16.

Gaya yang arahnya ke bawah terjadi akibat benda tersebut mengalami gaya yang dilakukan oleh pusat bumi, sedangkan gaya ke atas diberikan oleh meja akibat benda tersebut mengerjakan gaya pada meja. Apakah kedua gaya tersebut aksi-reaksi? Tentu bukan, karena gaya ke atas bukan diberikan oleh gaya ke bawah. Gaya yang diberikan meja terhadap benda dengan arah tegak lurus permukaan disebut gaya normal (N). Apabila kamu gambarkan seluruh gaya yang bekerja pada benda, akan terlihat seperti Gambar 9.17.

Pasangan aksi-reaksi yang terjadi sebagai berikut.

1. Gaya aksi diberikan bumi pada benda (w) menimbulkan gaya reaksi dari benda ke pusat bumi (w').
   Jadi, pasangan aksi reaksinya:
   $$w = -w'$$

2. Gaya aksi yang diberikan oleh benda pada meja (N) menimbulkan gaya reaksi yang diberikan meja pada benda (N) yang disebut gaya normal.

$$N = -N'$$

Gambar 9.17

Seluruh gaya yang bekerja pada benda di atas meja.

b. Gaya Tegang Tali

Sebuah bola yang digantungkan melalui sebuah tali menimbulkan adanya gaya tegangan pada tali yang disebut gaya tegang tali (T). Perhatikan Gambar 9.18.

Berdasarkan Gambar 9.18, w adalah gaya berat bola yang dikerjakan bumi pada bola tersebut, sedangkan T_1 adalah gaya tegang tali yang dikerjakan tali pada bola. w dan T_1 bukan pasangan aksi reaksi karena kedua gaya tersebut bekerja pada sebuah benda yang sama, yaitu bola. Jadi, gaya apakah pada peristiwa tersebut yang merupakan gaya aksi-reaksi? Marilah lihat gaya yang lainnya. w' adalah gaya tarik benda pada bumi, sedangkan T_2 adalah gaya tegangan tali pada atap. T_2' adalah gaya tarik atap pada tali. T_1' adalah gaya tarik bola pada tali.

Gambar 9.18

Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah bola yang digantung melalui tali.

Pasangan aksi reaksi pada kejadian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Gaya aksi yang dikerjakan pusat bumi pada bola (w) dan gaya reaksi yang dikerjakan bola pada pusat bumi (w').

$$w = -w'$$

2. Gaya aksi yang dikerjakan tali pada bola (T_1) dan gaya reaksi yang dikerjakan bola pada tali (T_1').

$$T_1 = -T_1'$$

3. Gaya aksi yang dikerjakan tali pada atap (T_2) dengan gaya reaksi yang dikerjakan atap pada tali (T_2').

$$T_2 = -T_2'$$

Tuhan telah memberikan hukum alam bahwa benda yang dekat ke permukaan bumi selalu jatuh ke permukaan bumi. Mengapa hal itu terjadi? Tuhan pun telah mengatur planet-planet berputar mengelilingi matahari. Gaya apakah yang menjaganya?

Gaya yang menyebabkan suatu benda jatuh ke permukaan bumi adalah gaya tarik bumi. Gaya itu disebut gaya gravitasi. Gaya itulah yang menjaga planet-planet tidak keluar dari orbitnya.

Gaya gravitasi adalah gaya yang terjadi akibat adanya interaksi antara dua buah benda berupa gaya tarik-menarik. Suatu benda yang berada di permukaan bumi tarik-menarik dengan pusat bumi sehingga benda di permukaan bumi selalu tertarik ke arah pusat bumi sebab sifat kelembaman

bumi jauh lebih besar dibandingkan sifat kelembamam benda. Gaya gravitasi inilah yang menyebabkan suatu benda memiliki berat. Gaya gravitasi yang bekerja pada suatu benda bergantung pada jaraknya ke pusat bumi. Semakin jauh dari pusat bumi, gaya gravitasi semakin kecil. Bumi yang kamu tempati ini tidak benar-benar bulat, tetapi memampat di bagian kutubnya dan mengembang di bagian khatulistiwa. Hal inilah yang menyebabkan gaya gravitasi di kutub lebih besar daripada di khatulistiwa.

Informasi IPA

Para penerjun ini berada dalam keseimbangan karena adanya dua gaya yang besarnya sama, tetapi arahnya berlawanan. Gaya gravitasi menyebabkan mereka turun dengan kecepatan yang semakin bertambah, tetapi gaya ini diimbangi oleh gaya gesek udara yang melambatkan laju turun mereka. Dengan demikian, para penerjun itu jatuh dengan kecepatan yang konstan.

Sumber: *www.angkasa-online.com; Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

Ayo Coba 9.8

Tujuan

Mengidentifikasi perbandingan antara berat dan massa suatu benda

Alat dan bahan

Lima buah beban dengan massa 50 g, 100 g, 150 g, 200 g, dan 250 g, serta neraca pegas

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan
2. Ukurlah berat beban dengan neraca pegas. Catatlah hasil pengamatanmu pada tabel.

Massa (kg)	Berat (N)	Berat/Massa (N/kg)
0,05	...	...
0,10	...	...
0,15	...	...
0,20	...	...
0,25	...	...

Pertanyaan

Perhatikan kolom ketiga pada tabel. Apakah nilai perbandingan antara berat dan massa selalu tetap? Besaran apakah itu? Berilah kesimpulanmu.

Perbandingan antara berat dan massa suatu benda akan menunjukkan harga yang tetap. Sesuai dengan hukum II Newton maka besaran itu disebut percepatan gravitasi (g). Apabila berat suatu benda disimbolkan dengan w dan massa benda disimbolkan dengan m, maka percepatan gravitasi (g) dapat ditulis:

$$g = \frac{w}{m}$$

atau

$$w = m \cdot g \qquad (9\text{–}5)$$

dengan: w = berat benda (N)

m = massa benda (kg)

g = konstanta gravitasi atau percepatan gravitasi (N/kg)

Satuan N/kg dapat dinyatakan pula dengan satuan m/s^2.

Percepatan gravitasi bumi di suatu tempat bergantung pada jaraknya dari pusat bumi. Semakin jauh dari pusat bumi, semakin kecil percepatan gravitasinya. Dengan kata lain, berat suatu benda semakin berkurang. Berikut ini suatu data yang diambil dari suatu sumber.

Tabel 9.1 Berat Benda Berdasarkan Ketinggian

No.	Ketinggian dari Permukaan Bumi (km)	Berat/Massa (N/kg)
1	0	400
2	13.000	100
3	26.000	2,5
4	103.000	1,6
5	338.000	0

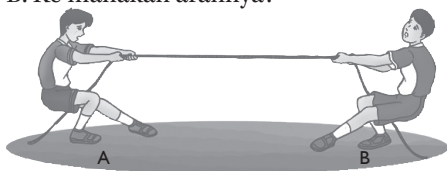
Sumber: *World Book Int*, 1994

Dari tabel tersebut kamu dapat menyimpulkan bahwa semakin tinggi suatu benda dari permukaan bumi, semakin kecil percepatan gravitasina. Sehingga berat benda tersebut bertambah kecil. Bahkan pada ketinggian tertentu benda tersebut tanpa berat.

Soal Penguasaan Materi 9.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Pada sebuah benda yang massanya 2 kg bekerja dua buah gaya yang besarnya masing-masing 75 N ke kanan dan 45 N ke kiri.
   a. Berapakah resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut?
   b. Hitung percepatan benda.
   c. Apakah yang terjadi pada benda akibat kedua gaya tersebut?
2. Sebuah benda memiliki berat 80 N terletak di atas lantai. Pada benda dikerjakan gaya vertikal sebesar 120 N.
   a. Berapakah resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut?
   b. Hitung percepatan benda.
   c. Apakah yang akan terjadi pada benda tersebut?
3. Jika percepatan gravitasi bumi 10 N/kg, hitunglah berat benda yang massanya 0,5 kg, 2 kg, dan 10 kg. berdasarkan Tabel 9.1, pada ketinggian berapakah benda tanpa bobot? Mengapa hal itu terjadi?
4. Hitunglah berat sebuah benda yang massanya 50 kg berada di tempat yang percepatan gravitasinya 10 m/s^2.
5. Bulan memiliki percepatan gravitasi $\frac{1}{6}$ percepatan gravitasi bumi. Berapakah berat benda yang massanya 6 kg di tempat yang percepatan gravitasinya 10 m/s^2 apabila berada di bulan?

6. Dua orang sedang mengadakan adu tarik tambang. A menarik tambang ke kiri dengan gaya 100 N. Jika keadaan mereka berimbang, hitunglah gaya yang diberikan B. Ke manakah arahnya?

7. Sebuah batu yang massanya 3 kg digantung pada seutas tali. Hitunglah gaya tegang tali yang timbul akibat batu tersebut.

8. Sebuah benda yang massanya *m* kg diletakkan pada telapak tangan. Percepatan gravitasi di tempat itu adalah *g* m/s^2.
   a. Hitunglah gaya normal yang dikerjakan pada tangan jika tangan diam.
   b. Prediksilah besarnya gaya normal yang akan terjadi pada tangan jika tangan digerakkan ke atas dengan percepatan tertentu.
   c. Prediksilah besarnya gaya normal yang akan terjadi pada tangan jika tangan digerakkan ke bawah.

F. Gaya Gesek

Gambar 9.19

Pada saat kamu naik sepeda, seringkali kamu harus menarik rem. Tahukah kamu bagaimana cara kerja rem sepedamu?

Alangkah menyenangkan apabila kamu ke sekolah naik sepeda. Selain hemat biaya, kamu juga sehat karena berolah raga. Tetapi, kamu harus hati-hati karena banyak kendaraan di jalan raya. Ketika kamu sampai ke sekolah, tentu kamu akan menarik rem tangan agar sepeda tersebut dapat berjalan perlahan, lalu akhirnya berhenti.

Mengapa ketika kamu menarik rem, sepedamu dapat berhenti? Tentu ada tarikan atau dorongan yang berlawanan dengan arah gerakmu sehingga sepedamu berhenti. Di manakah itu terjadi? Ternyata, dorongan atau tarikan itu terjadi sebagai hasil gesekan antara karet rem dan pelek pada roda sepeda yang bergesekan. Gaya seperti ini disebut gaya gesek. Gaya gesek termasuk gaya sentuh karena hasil persentuhan langsung dua permukaan yang bergesekan. Untuk lebih memahaminya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 9.9 berikut.

Ayo Coba 9.9

Tujuan

Mengidentifikasi gaya gesek suatu benda pada permukaan yang berbeda-beda

Alat dan bahan

Balok, neraca pegas, selembar kertas HVS, tiga jenis ampelas, dan meja.

Cara kerja

1. Letakkan balok di atas meja. Tariklah perlahan-lahan dengan neraca pegas. Apakah balok bergerak? Mengapa demikian?
2. Perbesar gaya tarikmu perlahan-lahan sampai balok tepat akan bergerak. Catat penunjukan neraca pegas pada saat itu dan tuliskan pada tabel berikut.

3. Ulangi langkah tersebut pada permukaan yang berbeda-beda (di atas permukaan kertas HVS dan tiga jenis ampelas dengan kekasaran berbeda). Catat penunjukan neraca pegas pada saat tepat akan bergerak.

No.	Jenis Permukaan	Besar Gaya Tarik (N)
1	Meja	...
2	Kertas HVS	...
3	Ampelas 1	...
4	Ampelas 2	...
5	Ampelas 3	...

Pertanyaan

1. Ketika kamu menarik balok dengan gaya yang kecil ternyata balok tidak bergerak. Mengapa hal itu bisa terjadi? Gaya apakah yang melawan gaya tarikmu?
2. Pada saat balok tepat akan bergerak, dikatakan balok masih seimbang sehingga resultan gayanya sama dengan nol. Ketika keadaan tersebut, berapakah besar gaya geseknya?
3. Apakah penggunaan alas yang berbeda membuat besar gaya gesek berbeda? Apakah tujuanmu mengubah-ubah alas pada kegiatan tersebut?

Gambar 9.20

Gesekan antara permukaan balok dan meja menghambat gerak balok. Menurutmu, apakah gaya gesek selalu merugikan?

Gaya gesek terjadi akibat dua permukaan benda saling bergesekan. Arah gaya gesek selalu melawan kecenderungan geraknya. Pada kegiatan Ayo Coba 9.9, arah gaya gesek melawan gaya tariknya. Besarnya gaya gesek akan selalu sama dengan gaya tariknya ketika benda belum bergerak. Gaya gesek tersebut dinamakan dengan gaya gesek statis.

Jika kamu menarik dengan gaya 10 N dan balok tepat akan bergerak, besar gaya gesek adalah 10 N dan disebut dengan gaya gesek statis maksimum. Ketika kamu menariknya dengan gaya 6 N dan balok belum bergerak, besarnya gaya gesek statis adalah 6 N (belum mencapai maksimal).

Gambar 9.21

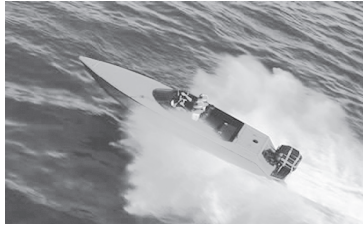
Sebuah balok ditarik dengan gaya yang kecil.

Informasi IPA

Tanpa adanya gaya gesek, tidak akan ada orang yang dapat menaiki sepeda, apalagi untuk mengendarainya. Justru gaya gesek antara ban sepeda dan jalan itulah yang menyebabkan sepeda tidak terpeleset ke belakang ketika menaiki jalan terjal.

Sumber: *ski-zermatt.com; Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

I. Mengurangi Gaya Gesek

Besarnya gaya gesek bergantung pada kekasaran permukaan benda yang bergesekan. Semakin kasar permukaan yang bergesekan, semakin besar pula gaya gesek nya. Itulah yang menyebabkan kamu harus memakai alas sepatu yang bergerigi agar kamu dapat berjalan dengan mantap. Gaya gesek pun dapat terjadi di udara dan di air. Keadaan inilah yang membuat *motor boat* atau pesawat terbang selalu dirancang runcing di bagian depannya. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi gaya gesek air atau udara.

Sumber: *nationalwatersafety.org,uk dan CD Image*

Gambar 9.22

Untuk mengurangi gesekan, motor boat dan pesawat terbang memiliki bagian depan yang runcing.

Pernahkah kamu berpikir mengapa sepedamu atau mobilmu menggunakan roda? Apakah manfaatnya? untuk memahaminya lakukanlah kegiatan Ayo Coba 9.10 berikut.

Ayo Coba 9.10

Tujuan

Menyelidiki manfaat mengurangi gaya gesek

Alat dan bahan

Sebuah balok, dua buah pensil, neraca pegas, dan meja

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Tariklah balok melalui neraca pegas di atas meja, seperti terlihat pada Gambar 9.23 (a).
3. Lalu, tarik kembali balok dengan menggunakan alas dua buah pensil, seperti terlihat pada Gambar 9.23 (b).

Pertanyaan

1. Lebih mudah manakah menarik balok dengan alas permukaan meja atau dengan alas pensil? Mengapa demikian?
2. Berilah kesimpulan dari jawabanmu.

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 9.23

Pensil-pensil berfungsi sebagai roda untuk mengurangi gaya gesek.

Perkembangan ilmu dan teknologi sedikit demi sedikit telah membantu manusia untuk mengetahui bagaimana cara mempermudah usaha. Salah satunya adalah memperkecil gaya gesek dengan menggunakan roda. Pada pekembangannya roda terbuat dari batu, lalu kayu sampai akhirnya terbuat dari ban karet pada zaman sekarang.

2. Gaya Gesek yang Menguntungkan dan Merugikan

Dalam kehidupan sehari-hari kamu tentu mengenal bahwa gaya gesek ada yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan. Menguntungkan dan merugikannya gaya gesek bergantung pada keadaan. Misalnya, apabila kamu sedang berjalan, kamu tentu memilih permukaan yang kasar. Mengapa? Karena kamu akan kesulitan apabila berjalan di jalan yang licin. Dalam kejadian ini, gaya gesek menguntungkan bagi manusia. Mengapa ban mobil dibuat bergerigi? Tentu hal ini dibuat supaya mobil dapat bergerak dengan baik. Pada kejadian ini pun gaya gesek sangat menguntungkan. Namun, apabila jalannya terlalu kasar, ban mobil akan cepat habis sehingga hal ini merugikan secara ekonomi.

Roda gigi sepedamu harus terus dipelihara dengan cara memberinya pelumas. Mengapa hal itu kamu lakukan? Pada peristiwa tersebut gaya gesek merugikan atau menguntungkan? Apabila roda gigimu penuh karat, kamu akan sulit mengayuh sepeda. Hal tersebut membuktikan gaya gesek sangat merugikan sehingga untuk memperkecil gaya gesek kamu harus memberinya pelumas.

Sumber: *CD Image*

Gambar 9.24

Ban mobil dibuat bergerigi untuk memperbesar gaya gesek.

Soal Penguasaan Materi 9.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Sebuah benda ditarik dengan gaya 10 N, ternyata benda tidak bergerak. Akan tetapi, ketika benda ditarik dengan gaya 15 N, benda tepat akan bergerak.
   a. Pada saat benda ditarik dengan gaya 10 N, berapakah gaya geseknya?
   b. Pada saat benda ditarik dengan gaya 15 N, berapakah gaya geseknya?
   c. Mengapa jawabanmu demikian?
2. Alas sepatumu terbuat dari karet yang dibuat bergerigi. Mengapa dibuat dari bahan dan bentuk seperti itu? Apakah gaya gesek menguntungkan atau merugikanmu pada peristiwa tersebut?
3. Jika suara engsel pintu rumahmu sudah bersuara menderik, kamu akan segera memberinya pelumas. Bisa dengan oli atau minyak kelapa. Mengapa hal tersebut kamu lakukan? Pada peristiwa tersebut gaya gesek menguntungkan atau merugikanmu? Apakah manfaatnya memberikan pelumas pada engselmu?

Rangkuman

- Gaya adalah tarikan atau dorongan yang memiliki arah.
- Gaya terdiri atas gaya sentuh dan gaya tak sentuh.
- Gaya sentuh adalah gaya yang terjadi akibat sentuhan langsung.
- Gaya dapat menyebabkan perubahan posisi, kecepatan, bentuk, panjang, volume, dan arah.
- Alat yang digunakan untuk mengukur gaya secara langsung adalah neraca pegas atau dinamometer.
- Gaya memiliki besar dan arah.
- Sebuah benda yang dipengaruhi dua buah gaya dikatakan setimbang jika kedua gaya tersebut sama besar dan berlawanan arah.
- Gaya gesek adalah gaya akibat sentuhan langsung dua permukaan.
- Besarnya gaya gesek bergantung pada kekasaran dan kehalusan permukaan yang bergesekan.
- Arah gaya gesek selalu berlawanan dengan arah kecenderungan gerak.
- Besaran yang menyatakan perbandingan gaya berat dan massa suatu benda disebut percepatan gravitasi.

  $$g = w/m$$
- Satuan percepatan gravitasi adalah N/kg atau m/s^2.
- Berat benda bergantung pada jaraknya ke pusat bumi. Semakin jauh jarak ke pusat bumi semakin kecil beratnya.
- Massa benda selalu tetap di setiap tempat.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Gaya dan Penerapannya. Sangat menarik, bukan? Dapat kamu bayangkan apabila di alam ini tidak terdapat gaya? Tentu semua benda di jagat raya ini akan diam. Tahukah kamu mengapa hal itu dapat terjadi?

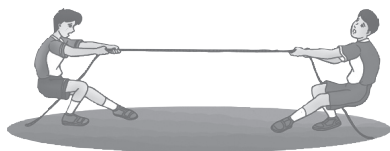
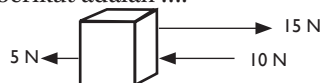
Masih banyak hal yang dapat kamu kaji tentang gaya. Coba kini kamu lihat gejala-gejala yang ada di sekitarmu yang berkaitan dengan gaya. Adakah yang tidak kamu mengerti? Jika ada, diskusikan dengan teman-temanmu atau bertanya kepada gurumu.

Tes Kompetensi Bab 9

Kerjakanlah di buku latihanmu.

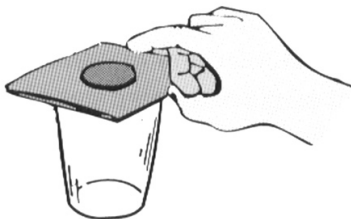
A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Berikut ini yang termasuk gaya sentuh adalah ....
   a. buah jambu jatuh dari pohonnya
   b. magnet dapat menarik paku
   c. magnet jarum selalu mengarah utara selatan
   d. daun bergoyang ditiup angin
2. Berikut ini adalah perubahan yang dibentuk oleh gaya:
   (1) perubahan posisi
   (2) perubahan warna
   (3) perubahan massa
   (4) perubahan arah

   Pernyataan yang benar adalah ....
   a. (1) dan (2)
   b. (1) dan (4)
   c. (1), (2) dan (4)
   d. (1), (2) dan (3)
3. Seorang anak menarik mainan dengan gaya 8 N. Jika 1 N kita gambarkan dengan 0,5 cm, gambar berikut yang benar adalah ....
   a. •—•—•
   b. •—•—•—•
   c. •—•—•—•—•—•
   d. •—•—•—•—•—•—•—•—•
4. Ali dan Amir sedang bermain tarik tambang.

   Ali memberikan gaya 160 N ke kiri, sedangkan Amir 300 N ke kanan. Resultan gaya pada peristiwa tersebut adalah ....
   a. 140 N ke arah Amir
   b. 140 N ke arah Ali
   c. 460 N ke arah Ali
   d. 460 N ke arah Amir
5. Resultan gaya yang segaris kerja dan berlawanan arah sama dengan ....
   a. jumlah kedua gaya tersebut
   b. selisih kedua gaya tersebut
   c. perkalian kedua gaya tersebut
   d. pembagian kedua gaya tersebut
6. Besar dan arah resultan gaya pada gambar berikut adalah ....

   a. 20 N ke kanan
   b. 20 N ke kiri
   c. 30 N ke kanan
   d. diam
7. Sebuah benda massanya 5 kg diam di atas meja. Jika gaya yang diberikan meja terhadap benda 49 N, gaya gravitasi di tempat itu adalah ....
   a. 10 N/kg c. 9,8 N/kg
   b. 9,7 N/kg d. 9,9 N/kg
8. Contoh gaya gesek yang menguntungkan adalah ....
   a. gesekan antara kapal selam dan air
   b. gesekan antara pesawat terbang dan udara
   c. gesekan antara mesin kendaraan pada torak mesin dan silindernya
   d. gesekan antara kanvas rem dan piringannya
9. Cara memperkecil gaya gesek adalah dengan ....
   a. menambah gaya tarik
   b. memperkecil gaya tarik
   c. memperhalus permukaan yang ber-gesekan
   d. memperkasar permukaan yang ber-gesekan

10. Dua buah gaya bekerja pada sebuah benda. Kedua gaya tersebut masing-masing 10 N dan 5 N dengan arah sembarang. Resultan gaya yang tidak mungkin adalah ....
    a. 6 N
    b. 8 N
    c. 12 N
    d. 16 N
11. Soni dan Iwan sedang tarik tambang dengan gaya masing-masing 200 N dan 400 N. Gaya pengganti kedua anak tersebut adalah ....
    a. 200 N ke arah Soni
    b. 200 N ke arah Iwan
    c. 600 N ke arah Iwan
    d. 400 N ke arah Iwan
12. Massa suatu benda di Bulan adalah 20 kg. Massa benda tersebut di Bumi adalah ....
    a. 20 kg
    b. < 20 kg
    c. > 20 kg
    d. 20 N
13. Massa seorang astronout di Bumi adalah 60 kg. Berat astronout tersebut di Bulan adalah ....
    a. 600 N
    b. < 600 N
    c. > 600 N
    d. 600 kg
14. Berat benda di kutub lebih besar daripada berat benda itu di khatulistiwa karena ....
    a. nilai gravitasi di kutub paling besar
    b. panjang jari-jari bumi di kutub paling besar
    c. panjang jari-jari bumi ke khatulistiwa paling kecil
    d. nilai gravitasi di khatulistiwa paling besar
15. Pada permukaan yang kasar, gaya geseknya menjadi ....
    a. hilang
    b. tetap
    c. kecil
    d. besar

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Seorang astronaut menimbang benda yang massanya 1 kg di Bumi dan di Bulan. g di bulan adalah 1/6 kali g di Bumi. Percepatan gravitasi di bumi adalah 10 m/s^2.
    a. Berapakah massa benda di Bumi dan di Bulan?
    b. Berapakah berat benda di Bumi dan di Bulan?
    c. Mengapa hal itu bisa terjadi? Jelaskan.
2. Seorang guru Fisika memberikan suatu teka-teki terhadap siswanya dengan cara meletakkan sebuah koin di atas selembar kertas pada sebuah gelas seperti pada gambar berikut.

   Bagaimanakah caranya kamu memasukkan koin ke dalam gelas dengan sekali langkah? Konsep Fisika apakah yang sesuai dengan cara yang kamu pakai?
3. Sebuah benda memiliki gaya gesek statis maksimum 20 N. Apa yang akan terjadi pada benda tersebut jika benda ditarik dengan gaya 10 N, 20 N, dan 25 N.
4. Bagaimana resultan dua buah gaya yang garis kerjannya terletak pada sebuah garis lurus dan memiliki arah yang sama.
5. Suatu pengukuran berat di permukaan Bumi menunjukkan 98 N jika percepatan gravitasinya 9,8 N/kg. Berapakah penunjukan neraca pegas jika benda tersebut diukur di permukaan Bulan yang percepatan gravitasinya 1,6 N/kg?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Pada saat kamu menarik gerobak, berarti kamu memberikan sebuah gaya pada gerobak tersebut. Menurut Hukum III Newton, gerobak tersebut akan memberikan reaksi terhadap gaya yang kamu berikan. Apakah dua gaya tersebut saling menghilangkan.

Bab 10

Sumber: *lh6.ggpht.com*

Energi dan Perubahannya

Hasil yang harus kamu capai:

memahami peranan usaha, gaya, dan energi dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- menjelaskan hubungan bentuk energi dan perubahannya, prinsip usaha dan energi, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
- melakukan percobaan tentang pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

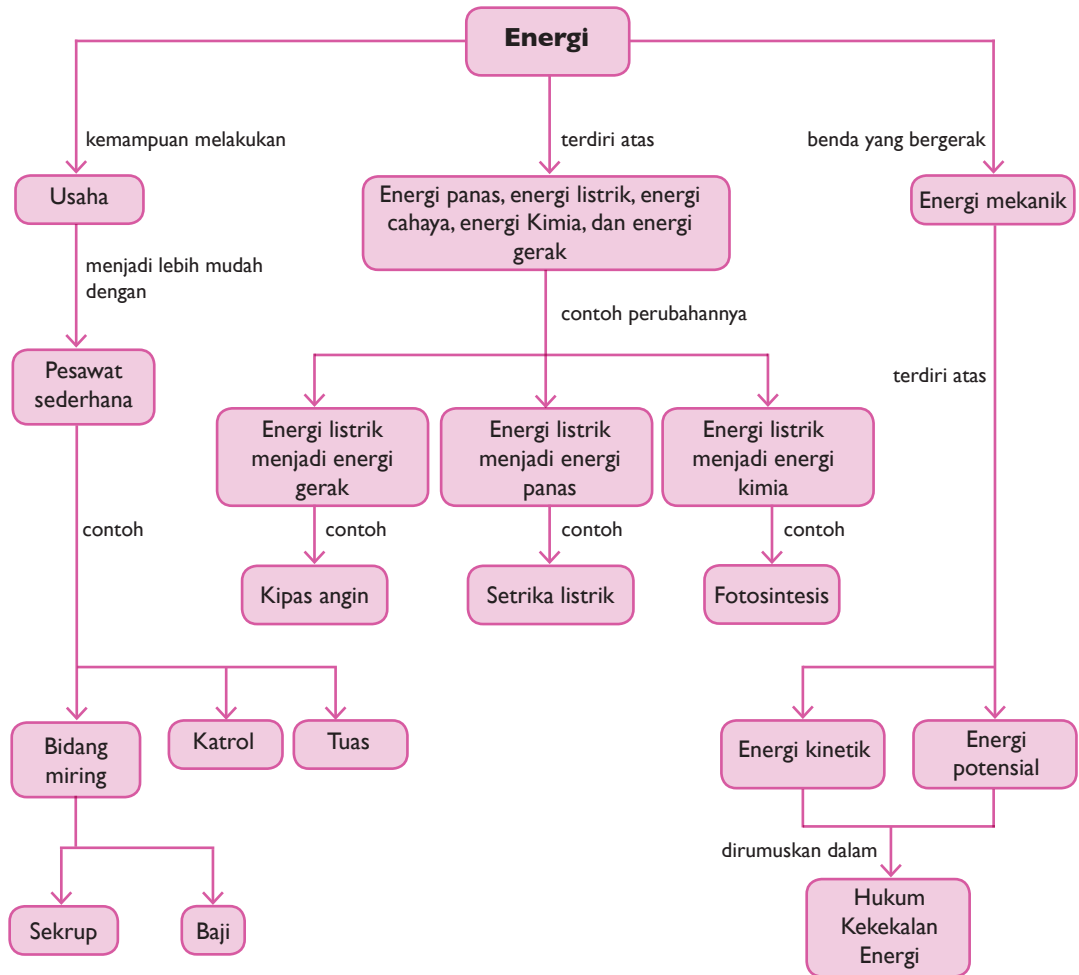
Tahukah kamu bahwa tanpa energi yang diciptakan Tuhan tidak akan ada kehidupan. Matahari, angin, sungai, dan bahkan alam ini tidak akan ada. Energi terdapat di mana-mana dan dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Energilah yang melatarbelakangi setiap kejadian. Jadi, apakah energi itu?

Semua makhluk hidup membutuhkan energi untuk kelangsungan hidup mereka. Tumbuhan dan hewan memperoleh energi dari alam untuk pertumbuhan dan kelestariannya. Manusia memanfaatkan energi yang berasal dari otot mereka untuk kegiatan sehari-hari seperti berjalan dan berlari. Manusia telah mengembangkan berbagai cara pemanfaatan energi yang tersedia untuk meningkatkan kualitas hidup mereka.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

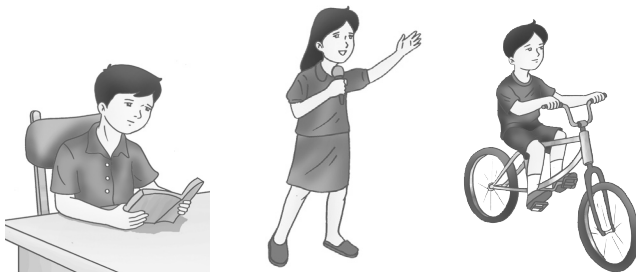
Energi

- kemampuan melakukan → Usaha
  - menjadi lebih mudah dengan → Pesawat sederhana
    - contoh → Bidang miring, Katrol, Tuas
      - Bidang miring → Sekrup, Baji
- terdiri atas → Energi panas, energi listrik, energi cahaya, energi Kimia, dan energi gerak
  - contoh perubahannya →
    - Energi listrik menjadi energi gerak — contoh → Kipas angin
    - Energi listrik menjadi energi panas — contoh → Setrika listrik
    - Energi listrik menjadi energi kimia — contoh → Fotosintesis
- benda yang bergerak → Energi mekanik
  - terdiri atas → Energi kinetik, Energi potensial
    - dirumuskan dalam → Hukum Kekekalan Energi

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Setiap hari, manusia harus makan agar dapat melakukan usaha. Apakah peran makanan tersebut pada tubuh?
2. Ada dua sumber energi, yaitu sumber energi yang dapat diperbarui dan sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Apakah yang dimaksud dengan kedua sumber itu?
3. Apakah yang dimaksud dengan pesawat sederhana?

A. Pengertian Energi

Setiap saat manusia memerlukan energi yang sangat besar untuk menjalankan kegiatannya sehari-hari, baik untuk kegiatan jasmani maupun kegiatan rohani. Berpikir, bekerja, belajar, dan bernyanyi memerlukan energi yang besar. Kamu membutuhkan berjuta-juta kalori setiap harinya untuk melakukan kegiatan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, disarankan setiap pagi sebelum berangkat sekolah, kamu harus makan terlebih dahulu. Dengan demikian, tubuhmu cukup energi untuk melakukan kegiatan di sekolah dan untuk menjaga kesehatanmu.

Gambar 10.1

Kegiatan sehari-hari yang memerlukan energi.

Ketika kamu sakit dan nafsu makanmu hilang, tubuhmu akan lemas karena energi dalam tubuhmu berkurang. Jika demikian, kegiatan rutin sehari-harimu akan terganggu bahkan kegiatan ibadahmu pun akan terganggu. Menurutmu, apakah energi itu? Untuk mengetahuinya, diskusikanlah pertanyaan-pertanyaan di dalam Tugas 10.1 berikut.

Tugas 10.1

1. Apakah buah kelapa yang bergantung di pohonnya memiliki kemampuan untuk menggerakan dirinya sehingga jatuh ke bawah?
2. Apakah mobil yang sedang bergerak memiliki kemampuan untuk berpindah tempat?
3. Ketika kamu berpikir, apakah kamu memiliki kemampuan untuk menggerakan alat inderamu?

Informasi IPA

Matahari adalah pemasok hampir seluruh energi di bumi ini. Energi matahari menempuh jarak ruang angkasa sejauh 149.600 juta kilometer (93 juta mil) menuju bumi sebagai radiasi elektromagnetik, yaitu suatu bentuk energi yang meliputi cahaya, sinar-X, dan gelombang radio.

Sumber: *Jendela Iptek: Energi*, 1997

Berdasarkan jawabanmu, kemampuan untuk melakukan sesuatu itulah yang disebut energi. Sesuatu itu dikatakan sebagai kerja atau usaha. Jadi, energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha.

Satuan energi dalam Sistem Internasional (SI) adalah joule (J). Satuan energi dalam sistem yang lain adalah kalori, erg, dan kWh (kilo watt hours). Kesetaraan joule dengan kalor adalah sebagai berikut.

1 kalori = 4,2 joule

atau

1 joule = 0,24 kalori

Soal Penguasaan Materi 10.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan pengertian energi menurut pendapatmu.
2. Tuliskan satuan energi yang kamu ketahui.

B. Bentuk-Bentuk Energi

Energi yang paling besar adalah energi matahari. Tuhan telah menciptakan Matahari khusus untuk kesejahteraan umat manusia. Jarak Matahari ke Bumi yang telah diatur pada jarak 149.600 juta kilometer memungkinkan energi panas yang diterima manusia di Bumi tidak membahayakan. Energi panas dari sinar matahari sangat bermanfaat bagi Bumi dan dapat menghasilkan energi-energi yang lain di muka Bumi ini. Caranya adalah dengan mengubah energi matahari menjadi energi yang lain, seperti energi kimia, energi listrik, energi bunyi, dan energi gerak.

1. Energi Kimia

Energi kimia adalah energi yang tersimpan dalam persenyawaan kimia. Makanan banyak mengandung energi kimia yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia. Energi kimia pun terkandung dalam bahan minyak bumi yang sangat bermanfaat untuk bahan bakar. Baik energi kimia dalam makanan maupun energi kimia dalam minyak bumi berasal dari energi matahari.

Sumber: *logdigi.com*

Gambar 10.2

Energi kimia terkandung di dalam bahan bakar minyak bumi.

Energi cahaya matahari sangat diperlukan untuk proses fotosintesis pada tumbuhan sehingga mengandung energi kimia. Tumbuhan dimakan oleh manusia dan hewan sehingga mereka akan memiliki energi tersebut. Tumbuhan dan hewan yang mati milyaran tahun yang lalu menghasilkan minyak

bumi. Energi kimia dalam minyak bumi sangat bermanfaat untuk menggerakkan kendaraan, alat-alat pabrik, ataupun kegiatan memasak.

2. Energi Listrik

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang paling banyak digunakan. Energi ini dipindahkan dalam bentuk aliran muatan listrik melalui kawat logam konduktor yang disebut arus listrik. Energi listrik dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain seperti energi gerak, energi cahaya, energi panas, atau energi bunyi.

Sebaliknya, energi listrik dapat berupa hasil perubahan energi yang lain, misalnya dari energi matahari, energi gerak, energi potensial air, energi kimia gas alam, dan energi uap.

Sumber: *www.wvic.com*

Gambar 10.3

Generator arus listrik bolak-balik pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan salah satu sumber energi listrik.

3. Energi Panas

Sumber energi panas yang sangat besar berasal dari Matahari. Sinar matahari dengan panasnya yang tepat dapat membantu manusia dan makhluk hidup lainnya untuk hidup dan berkembang biak. Energi panas pun merupakan hasil perubahan energi yang lain, seperti dari energi listrik, energi gerak, dan energi kimia. Energi panas dimanfaatkan untuk membantu manusia melakukan usaha seperti menyetrika pakaian, memasak, dan mendidihkan air.

4. Energi Mekanik

Ketika kamu memerhatikan sebuah mangga yang bergantung di pohonnya, mungkin kamu mengharapkan buah mangga tersebut jatuh dari pohonnya. Mengapa buah mangga itu dapat jatuh dari pohonnya? Untuk melakukan kerja supaya dapat jatuh dari pohonnya, buah mangga harus memiliki energi. Energi apakah itu? Ketika buah mangga jatuh, dia bergerak ke bawah sampai mencapai tanah. Energi apakah yang terkandung ketika buah mangga bergerak jatuh?

Gambar 10.4

Buah mangga yang bergantung di pohon memiliki energi potensial. Ketika jatuh, energi tersebut berubah menjadi energi kinetik.

Dari peristiwa tersebut terdapat dua buah jenis energi yang saling memengaruhi, yaitu energi yang diakibatkan oleh ketinggian dan energi karena benda bergerak. Energi akibat perbedaan ketinggian disebut energi potensial gravitasi, sedangkan energi gerak disebut energi kinetik (energi gerak).

Energi mekanik merupakan penjumlahan dari energi potensial dan energi kinetik. Secara matematis persamaan energi mekanik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$E_m = E_p + E_k \quad (10\text{–}1)$$

dengan: E_m = energi mekanik (J)
E_p = energi potensial (J)
E_k = energi kinetik (J)

a. Energi Potensial

Telah kamu ketahui bahwa energi potensial gravitasi adalah energi akibat perbedaan ketinggian. Apakah energi ini diakibatkan oleh ketinggian saja? Untuk mengetahuinya, kerjakanlah Tugas 10.2 berikut.

Tugas 10.2

1. Tariklah sebuah karet gelang oleh kedua tanganmu, lalu lepaskan. Apakah yang terjadi?
2. Gantungkan sebuah beban pada sebuah pegas atau tali karet. Tariklah beberapa cm ke bawah, lalu lepaskan. Apakah yang terjadi?
3. Energi apakah yang terkandung pada kegiatan di atas? Jelaskan pendapatmu dan diskusikan dengan teman-temanmu.

Buah kelapa yang bergantung di pohonnya menyimpan suatu energi yang disebut energi potensial. Energi potensial yang dimiliki buah kelapa diakibatkan oleh adanya gaya tarik bumi sehingga jatuhnya selalu menuju ke pusat Bumi. Energi potensial akibat gravitasi Bumi disebut energi potensial gravitasi. Energi potensial gravitasi pun bisa diakibatkan oleh tarikan benda-benda lain seperti tarikan antarplanet. Adapun energi potensial yang dimiliki suatu benda akibat pegas atau karet yang kamu regangkan disebut energi potensial pegas. Energi potensial gravitasi dimiliki oleh benda yang berada pada ketinggian tertentu dari permukaan bumi. Energi potensial pegas muncul akibat adanya perbedaan kedudukan dari titik kesetimbangannya. Titik kesetimbangan adalah titik keadaan awal sebelum benda ditarik.

Untuk mengetahui besarnya energi potensial gravitasi, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.1 berikut.

Tujuan
Mengetahui besar energi potensial gravitasi suatu benda

Alat dan bahan
Kelereng kecil, kelereng besar, dan plastisin (lilin mainan)

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Jatuhkan kelereng besar dari ketinggian setengah meter tepat di atas plastisin. Amati bekas yang terjadi pada plastisin.

3. Ulangi kegiatan tersebut dengan menjatuhkan kelereng yang sama tepat di atas plastisin pada ketinggian satu meter. Amati kembali bekas yang ditunjukkan pada platisin. Catat perbedaan yang terjadi pada kedua kegiatan tersebut.
4. Ulangi kegiatan di atas dengan menjatuhkan kelereng kecil di atas plastisin pada ketinggian satu meter. Amati bekas yang terjadi pada plastisin. Catat perbedaannya dengan bekas kelereng yang besar.

Pertanyaan

1. Manakah bekas kelereng yang lebih dalam pada plastisin jika kelereng yang sama dijatuhkan dari ketinggian yang berbeda?
2. Manakah energi potensial yang lebih besar?
3. Apabila kelereng itu dijatuhkan semakin tinggi, apakah yang terjadi pada besar energi potensialnya?
4. Kelereng yang manakah yang memiliki energi potensial lebih besar pada ketinggian yang sama?
5. Bagaimanakah besar energi potensial yang dimiliki benda jika massanya semakin besar?
6. Berilah kesimpulan dari hasil jawabanmu.

Gambar 10.5

Sebuah kelereng dijatuhkan di atas plastisin pada ketinggian berbeda.

Hasil kegiatan Ayo Coba 10.1 menunjukkan bahwa besarnya energi potensial gravitasi sebanding dengan ketinggian (h) dan massa benda (m).

$$E_p \propto h \text{ dan } E_p \propto m \qquad (10\text{–}2)$$

Selain kedua besaran itu, energi potensial gravitasi dipengaruhi oleh percepatan gravitasi (g) sehingga dapat dibuat persamaan energi potensial gravitasi sebagai berikut.

$$E_p = mgh \qquad (10\text{–}3)$$

dengan: E_p = energi potensial (J)
m = massa benda (kg)
g = konstanta gravitasi (m/s^2)
h = ketinggian (m)

Contoh Soal 10.1

Sebuah buku bermassa 0,5 kg berada di atas rak lemari pada ketinggian 2 m. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2, berapakah energi potensial yang dimiliki buku pada ketinggian tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: m = 0,5 kg
h = 2 m
g = 10 m/s^2

Ditanyakan: E_p

Jawab:

E_p = mgh
E_p = (0,5 kg)(2 m)(10 m/s^2)
E_p = 10 joule

Jadi, energi potensial yang dimiliki buku tersebut sebesar 10 joule.

Ilmuwan IPA

Galileo Galilei
(1564–1642)

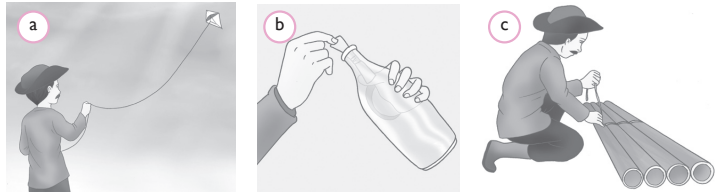
Galileo Galilei, seorang sarjana Italia, adalah salah satu fisikawan modern pertama. Ia melakukan percobaan dengan benda yang jatuh dan menggelinding menuruni tempat yang terjal. Walaupun mungkin ia belum memahami apapun tentang energi, tampaknya ia merasakan adanya gagasan mengenai energi potensial.

Sumber: *antwrp.gsfc.nasa; en.wikipedia.org*

b. Energi Kinetik

Suatu ketika, ada seorang pelaut malang yang terdampar di pulau kecil. Dia berpikir hanya dengan tiga cara dia dapat mencari bantuan. Pertama, dia dapat menerbangkan layang-layang dan berharap ada kapal yang melihat layang-layang tersebut. Kedua, dia menyimpan pesan dalam botol dan membiarkannya mengapung di atas air sampai ada orang yang menemukannya. Ketiga, dia membuat rakit untuk mencoba pergi dari pulau itu.

Gambar 10.6

Gagasan pelaut, (a) menerbangkan layang-layang, (b) menyimpan pesan dalam botol, dan (c) membuat rakit.

Gagasan pelaut itu bergantung pada satu jenis energi yang bekerja, yaitu energi akibat gerakan angin yang akan membuat layangan dapat mengapung, botol dapat bergerak dibawa ombak, dan rakit dapat melaju. Sesuatu yang bergerak, misalnya angin dan air, memiliki kemampuan yang dapat digunakan untuk menarik atau mendorong sesuatu. Energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak disebut energi kinetik. Kamu pun memiliki energi kinetik apabila bergerak.

Ketika kamu menaiki sepeda dengan laju yang besar, tiba-tiba dihadapanmu terdapat batu besar yang menghalangi jalan. Tanpa ragu-ragu, kamu akan segera mengerem sepedamu. Sesaat badanmu terhentak sampai akhirnya berhenti. Hentakan yang kamu rasakan pada saat mengerem sepedamu itu disebut energi kinetik. Jika kamu mengajak temanmu menaiki sepeda tersebut, tentu kamu akan labih keras lagi mengerem sepedamu. Oleh karena massa orang yang menaiki sepeda lebih besar dari sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa energi kinetik bergantung pada massa benda dan kecepatan benda tersebut. Secara matematis, energi kinetik suatu benda dapat ditulis sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \qquad (10\text{–}4)$$

dengan: E_k = energi kinetik (J)
m = massa (kg)
v = kecepatan (m/s)

Informasi IPA

Dinamo adalah mesin pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. **Zenobe Theophile Gramme** (1826–1901) yang berasal dari Belgia menciptakan dinamo pertama pada 1870. Oleh karena itu, dinamo ini dinamakan dengan dinamo Gramme. Dinamo ini menghasilkan arus searah.

Sumber: *www.germes-online.com; Jendela Iptek: Energi,* 1997

Contoh Soal 10.2

Sebuah kelereng yang massanya 10 g mula-mula diam, kemudian bergerak dengan kecepatan 5 m/s. Berapakah energi kinetik yang dimiliki kelereng yang sedang bergerak?

Penyelesaian:

Diketahui: m = 10 g = 0,01 kg

v = 5 m/s

Ditanyakan: E_k

Jawab:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}(0{,}01\text{kg})(5\text{m/s})^2$$

$$E_k = 0{,}125 \text{ joule}$$

Jadi, energi kinetik yang dimiliki kelereng sebesar 0,125 joule.

Soal Penguasaan Materi 10.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan bentuk-bentuk energi yang kamu ketahui.
2. Energi kimia dari minyak bumi adalah energi yang banyak dimanfaatkan untuk bahan bakar. Apabila energi ini terus-menerus dieksplorasi atau diambil, dapat mengakibatkan persediaannya menipis. Bagaimanakah sikapmu terhadap penggunaan energi ini?
3. Seorang anak melepaskan bola bermassa 20 g dari jendela. Berapakah ketinggian jendela tersebut jika energi potensial yang dimiliki bola sebesar 5 joule dan percepatan gravitasi 10 m/s^2?
4. Budi melempar bola dan ditangkap oleh Dani. Jika massa bola tersebut 30 g dan energi kinetik bola sampai di tangan Dani sebesar 0,5 joule, berapakah kecepatan bola ketika sampai di tangan Dani?

C. Perubahan Bentuk-Bentuk Energi

Energi tidak dapat diciptakan dan juga tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Pada umumnya, manfaat energi akan terlihat setelah berubah bentuk menjadi energi yang lain. Misalnya, energi listrik akan bermanfaat ketika berubah bentuk menjadi energi cahaya atau panas. Untuk memahami perubahan bentuk energi ini, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.2 berikut.

Ayo Coba 10.2

Tujuan
Memahami perubahan bentuk energi

Alat dan bahan
Sebuah lampu 3 volt DC, sakelar, baterai, dan kabel secukupnya

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Rangkaikan alat dan bahan menjadi rangkaian, seperti pada Gambar 10.7.
3. Sambungkan sakelar. Apakah yang terjadi pada lampu?
4. Peganglah lampu. Apakah yang kamu rasakan?

Pertanyaan
1. Perubahan energi apa sajakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?
2. Berilah kesimpulanmu dari kegiatan ini.

Gambar 10.7

Dapatkah kamu membuktikan adanya perubahan energi pada rangkaian di atas?

Untuk lebih memahami perubahan bentuk energi, lakukanlah kegiatan sederhana pada Tugas 10.3 berikut. Kemudian, diskusikan dengan teman-teman dan guru Fisikamu.

Tugas 10.3

1. Gosok-gosokkan kedua telapak tanganmu beberapa saat. Apakah yang kamu rasakan?
2. Perubahan bentuk energi apakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?
3. Jatuhkan sebuah kaleng dari ketinggian tertentu. Apakah yang terjadi?
4. Perubahan energi apa sajakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?

Matahari sebagai sumber energi terbesar yang diciptakan Tuhan telah mengalami beberapa perubahan bentuk energi yang sangat bermanfaat bagi kehidupan umat manusia. Misalnya, energi panas dan energi cahaya matahari menyinari tumbuhan sehingga tumbuhan dapat melakukan fotosintesis. Dengan demikian, tumbuhan memiliki energi kimia. Tumbuhan dimakan manusia atau hewan sehingga manusia atau tumbuhan memiliki energi untuk melakukan usaha.

Beberapa kegiatan tersebut menunjukkan bahwa energi dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Energi kimia yang terkandung dalam batu baterai dapat mengalirkan muatan listrik jika dihubungkan dengan kabel. Jika aliran listrik tersebut melalui sebuah lampu, lampu akan menyala dan lama kelamaan lampu menjadi panas. Pada peristiwa tersebut, telah terjadi beberapa perubahan energi,

Hal Penting
Key Point

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Satuan SI untuk energi adalah joule (J).

Energy is the capacity to do work. The SI unit for energy is the joule (J).

antara lain energi kimia, energi listrik, energi cahaya, dan energi panas. Ketika kedua telapak tanganmu digosok-gosokkan, lama-kelamaan telapak tanganmu akan terasa panas. Hal ini menunjukkan bahwa pada telapak tanganmu telah terjadi perubahan energi dari energi gerak menjadi energi panas.

Soal Penguasaan Materi 10.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Kamu sedang makan dan minum susu sebelum berangkat ke sekolah. Perubahan energi apa sajakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?
2. Ayah sedang mengendarai mobil menuju ke kantor. Perubahan energi apa sajakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?
3. Ibu sedang memasak sayuran dan lauk pauk. Perubahan energi apa sajakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?
4. Ibu sedang menyetrika pakaian. Perubahan energi apa sajakah yang terjadi pada peristiwa tersebut?

D. Hukum Kekekalan Energi

Berasal dari manakah energi yang kamu gunakan untuk melakukan kegiatan sehari-hari? Berubah menjadi energi apakah yang telah kamu gunakan tersebut? Apakah manusia dapat membuat mesin yang dapat melakukan kerja terus-menerus tanpa menggunakan bahan bakar? Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan energi yang mungkin sering kamu tanyakan pada dirimu sendiri.

Coba kamu lemparkan sebuah bola vertikal ke atas dan amati sampai jatuh lagi ke lantai, seperti pada Gambar 10.8. Ketika bola bergerak ke atas, kecepatan bola semakin lama semakin melambat dan ketinggian bola semakin besar. Pada ketinggian tertentu, bola berhenti sesaat dan kembali lagi ke bawah dengan kecepatan yang semakin besar. Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa energi gerak semakin lama semakin kecil sampai menjadi nol ketika berhenti sesaat pada ketinggian tertentu. Ke manakah energi gerak tersebut?

Gambar 10.8

Bola dilempar vertikal.

Energi gerak (E_k) tersebut ternyata berubah menjadi energi potensial gravitasi (E_p) sampai akhirnya mencapai maksimum. Begitu pula sebaliknya, energi potensial gravitasi semakin kecil ketika bola tersebut bergerak ke bawah. Adapun energi geraknya semakin besar dan mencapai maksimum ketika sampai di lantai, tetapi energi potensial gravitasinya menjadi nol ketika sampai di lantai. Setelah diam di lantai, semua energi mekanik benda habis. Tahukah kamu, kemana perginya? Apakah yang dapat kamu simpulkan? Adakah energi yang hilang?

Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa energi bersifat kekal. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk energi menjadi bentuk energi yang lain. Pernyataan tersebut dikenal dengan Hukum Kekekalan Energi.

Telah kamu ketahui bahwa energi mekanik merupakan penjumlahan dari energi potensial dan energi kinetik.

$$E_m = E_p + E_k$$

$$E_m = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

Apabila benda selama bergerak naik dan turun hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi, besar energi mekanik selalu tetap. Dengan kata lain, jumlah energi potensial dan energi kinetik selalu tetap. Pernyataan itu disebut Hukum Kekekalan Energi Mekanik.

Soal Penguasaan Materi 10.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Sebuah benda memiliki energi potensial 100 J jatuh dari ketinggian tertentu. Berapakah energi kinetik benda saat mencapai tanah?
2. Buah jambu yang bergantung di ketinggian 2 meter dari tanah, tiba-tiba jatuh. Amir yang menemukan buah jambu tersebut menimbangnya, ternyata massanya 200 g. Jika percepatan gravitasi di tempat itu 10 m/s^2. Hitunglah:
   a. energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki buah jambu ketika masih bergantung,
   b. energi potensial, energi kinetik dan kecepatan buah jambu pada ketinggian 1 meter,
   c. energi kinetik dan kecepatan saat mencapai tanah, dan
   d. energi mekanik pada ketinggian 2 meter, 1 meter, dan saat di tanah.

E. Usaha

Dalam kehidupan sehari-hari, pengertian usaha identik dengan kemampuan untuk meraih sesuatu. Misalnya, usaha untuk bisa naik kelas atau usaha untuk mendapatkan nilai yang besar. Namun, apakah pengertian usaha menurut ilmu Fisika? Untuk mengetahuinya lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.3 berikut.

Ayo Coba 10.3

Tujuan
Mengidentifikasi pengertian usaha

Alat dan bahan
Sebuah buku dan meja tulis

Cara kerja

1. Ambillah sebuah buku temanmu, lalu letakkan di atas mejamu.
2. Doronglah meja tulismu sampai berpindah tempat.
3. Doronglah dinding kelasmu sekuat tenaga.

Pertanyaan

1. Besaran apakah yang memengaruhi besaran usaha?
2. Bagaimanakah besaran-besaran itu memengaruhi usaha menurut perkiraanmu?

Gambar 10.9

Beberapa kegiatan yang berhubungan dengan usaha, seperti
(a) mengangkat buku,
(b) mendorong meja, dan
(c) mendorong dinding.

Berdasarkan kegiatan Ayo Coba 10.3, dapat diketahui bahwa ketika benda didorong ada yang berpindah tempat dan ada pula yang tetap di tempatnya. Ketika kamu mendorong atau menarik suatu benda, berarti kamu telah memberikan gaya pada benda tersebut. Oleh karena itu, usaha sangat dipengaruhi oleh dorongan atau tarikan (gaya). Menurut informasi tersebut, jika setelah didorong benda itu tidak berpindah, gayamu tidak melakukan usaha. Dengan kata lain, usaha juga dipengaruhi oleh perpindahan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa usaha dihasilkan oleh gaya yang dikerjakan pada suatu benda sehingga benda itu berpindah tempat.

Bagaimanakah ketika kamu mendorong dinding kelasmu? Apakah dinding berpindah tempat? Walaupun kamu telah sekuat tenaga mendorongnya, tetapi dinding tetap ditempatnya. Oleh sebab itu, menurut Fisika gayamu dikatakan tidak melakukan usaha.

Apabila gaya disimbolkan dengan F dan perpindahan dengan s, secara matematis usaha dituliskan dalam persamaan berikut.

$$W = F\,s \qquad (10\text{–}5)$$

dengan: W = usaha (J)
F = gaya (N)
s = perpindahan (m)

Persamaan (10–5) berlaku untuk gaya yang arahnya sama dengan perpindahan, seperti terlihat pada Gambar 10.10.

Gambar 10.10

Arah gaya yang diberikan pada balok searah dengan perpindahannya.

Usaha memiliki satuan yang sama dengan energi, yaitu joule. Dengan ketentuan bahwa 1 joule sama dengan besar usaha yang dilakukan oleh gaya sebesar 1 N dengan perpindahan 1 m.

Contoh Soal 10.3

Rizki mendorong meja dengan gaya 100 N sehingga meja bergeser sejauh 2 m. Hitung usaha yang dilakukan Rizki.

Penyelesaian:

Diketahui: F = 100 N
s = 2 m

Ditanya: W = ?

Jawab:

$W = F\,s$
W = (100 N)(2 m)
W = 200 J

Jadi, usaha yang dilakukan Rizki sebesar 200 joule.

Kamu sudah mengetahui usaha yang dilakukan untuk memindahkan sebuah benda ke arah horisontal, tetapi bagaimanakah besarnya usaha yang dilakukan untuk memindahkan sebuah benda ke arah vertikal? Memindahkan benda secara vertikal memerlukan gaya minimal untuk mengatasi gaya gravitasi bumi yang besarnya sama dengan berat suatu benda. Secara matematis gaya tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

$$F = m\,g \qquad (10\text{–}6)$$

Karena perpindahan benda ke arah vertikal sama dengan ketinggian benda (h), dengan memasukkan Persamaan (10–6) ke dalam Persamaan (10–5) diperoleh usaha yang dilakukan terhadap benda tersebut sebagai berikut.

$$W = F\,s$$
$$W = m\,g\,h \qquad (10\text{–}7)$$

dengan: W = usaha (J)
m = massa (kg)
g = percepatan gravitasi (N/kg)
h = perpindahan atau ketinggian (m)

Ilmuwan IPA

Hermann V Helmholtz
(1821–1894)

Pada 1947 seorang ilmuwan Jerman bernama **Hermann Von Helmholtz** menjadi orang pertama yang menjelaskan kekekalan energi dengan gemilang. Ia mengatakan bahwa segala energi alamiah bersifat "hidup" (energi gerak) atau "tersimpan" (energi potensial) dan dapat saling dipertukarkan. Kata energi baru diberi makna ilmiah seperti sekarang sejak pertengahan abad ke-19.

Sumber: *en.wikipedia.org*

Contoh Soal 10.4

Sebuah benda yang massanya 2 kg diangkat vertikal sampai ketinggian 1 m. Apabila percepatan gravitasi di tempat tersebut 10 m/s^2, hitunglah besarnya usaha untuk memindahkan benda tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui: m = 2 kg
h = 1 m
g = 10 m/s^2

Ditanyakan W
Jawab:

$$W = mgh$$
$$W = (2\text{ kg})(10\text{ m/s}^2)(1\text{ m})$$
$$W = 20\text{ J}$$

Jadi, usaha untuk memindahkan benda sebesar 20 joule.

Soal Penguasaan Materi 10.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Seorang anak menarik gerobak dengan gaya 50 N searah dengan perpindahannya. Jika gerobak berpindah sejauh 5 m, berapa usaha yang dilakukan anak tersebut?
2. Rizki dan Rizal sedang mendorong sebuah lemari. Untuk berpindah sejauh 2 m diperlukan usaha sebesar 1 kJ. Jika rizal memberikan gaya 150 N, berapakah gaya yang harus diberikan Rizki?

F. Hubungan antara Usaha dan Energi

Kamu sudah mengetahui bahwa energi adalah kemampuan melakukan usaha. Definisi tersebut menunjukkan bahwa usaha memiliki kaitan yang erat dengan energi. Untuk dapat mengetahui kaitan energi dengan usaha, kerjakanlah Tugas 10.4 berikut.

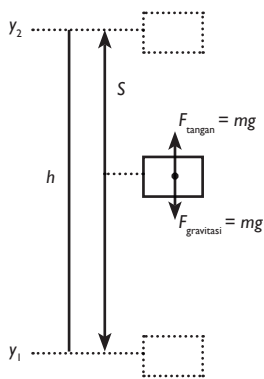
Tugas 10.4

1. Angkat bukumu sampai ketinggian 0,5 meter. Pada saat gayamu melakukan usaha mengangkat buku sampai setengah meter, apakah terjadi perubahan energi? Jelaskan.
2. Doronglah sebuah buku sejauh setengah meter. Pada saat gayamu melakukan usaha pada buku tersebut, apakah terjadi perubahan energi? Jelaskan.
3. Dari kegiatan di atas, apakah hubungan antara usaha dan energi? Berilah kesimpulan.

Ketika gayamu berusaha mendorong mobil sehingga bergerak, berarti telah terjadi perubahan energi dari energi yang dikeluarkan olehmu menjadi energi gerak.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa ketika gaya melakukan usaha pada sebuah benda maka akan terjadi perubahan energi pada benda tersebut. Usaha yang dilakukan pada sebuah benda yang bergerak horisontal menyebabkan perubahan energi kinetik. Dengan demikian, besarnya usaha sama dengan perubahan energi kinetik benda. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$W = \Delta E_k$$
$$W = E_{k2} - E_{k1} \qquad (10\text{–}8)$$

dengan: W = usaha (J)
E_k = perubahan energi kinetik (J)
E_{k2} = energi kinetik akhir (J)
E_{k1} = energi kinetik awal (J)

Gambar 10.11

Benda diangkat dengan gaya dorong $F_{tangan} = mg$.

Ketika kamu mengangkat sebuah balok, kamu akan memberikan gaya dorong terhadap balok. Pada saat ke atas, berlaku:

$$W_{tangan} = F_{tangan} \cdot s = m\,g\,h$$

Saat ke bawah:

$$W_{gravitasi} = F_{gravitasi} \cdot s = -m\,g\,h$$

Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi bumi (benda yang bergerak vertikal) sama dengan perubahan energi potensial gravitasi. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

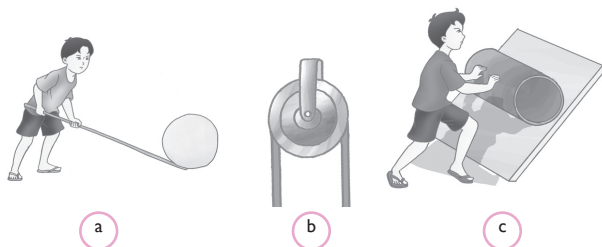
$$W = \Delta E_p$$
$$W = E_{p2} - E_{p1}$$
$$W = m\,g\,(h_2 - h_1) \qquad (10\text{–}9)$$

dengan: W = usaha (J)
ΔE_p = perubahan energi potensial (J)
E_{p1} = energi potensial awal (J)
E_{p2} = energi potensial akhir (J)

G. Pesawat Sederhana

Setiap hari kamu pasti selalu melakukan usaha. Ada yang mudah dan ada pula yang sulit. Oleh karena itu, kadang-kadang kamu memerlukan suatu alat sederhana yang dapat membantumu melakukan usaha. Alat itu disebut dengan pesawat sederhana. Misalnya, kamu akan menancapkan paku pada kayu, tentu akan sulit tanpa palu. Begitu pula ketika kamu akan membuka baut, akan kesulitan apabila tanpa bantuan kunci pembukanya. Pesawat sederhana banyak sekali jenisnya dan semuanya dibuat untuk memudahkan kamu melakukan usaha. Prinsip kerja pesawat sederhana dikelompokkan menjadi beberapa bagian, di antaranya tuas, katrol, dan bidang miring. Marilah kita bahas satu persatu.

Gambar 10.12

Peralatan pesawat sederhana, seperti
(a) tuas,
(b) katrol, dan
(c) bidang miring.

I. Tuas

Gambar 10.13 memperlihatkan beberapa anak yang sedang bermain jungkat-jungkit. Jungkat-jungkit adalah sejenis pesawat sederhana yang disebut pengungkit atau tuas. Tuas memiliki banyak kegunaan, di antaranya adalah untuk mengangkat atau memindahkan benda yang berat.

Gambar 10.14 merupakan tuas yang digunakan orang untuk memindahkan sebuah batu yang berat. Berat beban yang akan diangkat disebut gaya beban (F_b) dan gaya yang digunakan untuk mengangkat batu atau beban disebut gaya kuasa (F_k). Jarak antara penumpu dan beban disebut lengan beban (l_b) dan jarak antara penumpu dengan kuasa disebut lengan kuasa (l_k).

Gambar 10.13

Anak-anak yang sedang bermain jungkat-jungkit.

Gambar 10.14

Penggunaan tuas

Hubungan antara besaran-besaran tersebut menunjukkan bahwa perkalian gaya kuasa dan lengan kuasa ($F_k l_k$) sama dengan gaya beban dikalikan dengan lengan beban ($F_b l_b$). Artinya besar usaha yang dilakukan kuasa sama dengan besarnya usaha yang dilakukan beban. Oleh sebab itu, pada tuas berlaku persamaan sebagai berikut.

$$F_k l_k = F_b l_b \qquad (10–10)$$

dengan: F_k = gaya kuasa (N)
F_b = gaya beban (N)
l_k = lengan kuasa (m)
l_b = lengan beban (m)

Keuntungan pada pesawat sederhana disebut Keuntungan Mekanis (*KM*). Secara umum keuntungan mekanis didefinisikan sebagai perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa $KM = \frac{F_b}{F_k}$ sehingga keuntungan mekanis pada tuas atau pengungkit bergantung pada panjang masing-masing lengan. Semakin panjang lengan kuasanya, semakin besar keuntungan mekanisnya. Secara matematis keuntungan mekanis ditulis sebagai berikut.

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{l_k}{l_b} \qquad (10–11)$$

Pembahasan UN

Perhatikan gambar berikut.

Jika panjang tuas 4 m, keuntungan mekanisnya adalah ....
(**UN 2007**)
a. 2
b. 6
c. 7
d. 8

Jawaban (c)
Lengan kuasa (ℓ_k) = 3,5 m
Lengan beban (ℓ_b) = 4 – 3,5
= 0,5 m

$$KM = \frac{\ell_k}{\ell_b} = \frac{3,5 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 7$$

Contoh Soal 10.5

Sebuah pengungkit dengan panjang 3 m digunakan untuk mengangkat batu yang beratnya 2.000 N. Jika panjang lengan kuasa 2,5 m, hitunglah:

a. gaya kuasa yang harus diberikan untuk mengangkat batu;
b. keuntungan mekanis tuas.

Penyelesaian:

Diketahui: l = 3 m
l_b = (3 m – 2,5 m) = 0,5 m
F_b = 2.000 N
l_k = 2,5 m

Ditanya: a. gaya kuasa
b. keuntungan mekanis

Jawab:

a. $F_k l_k = F_b l_b$

$$F_k = \frac{F_b l_b}{l_k}$$

$$F_k = \frac{(2.000\ \text{N})(0{,}5\ \text{m})}{2{,}5\ \text{m}}$$

$F_k = 400$ N

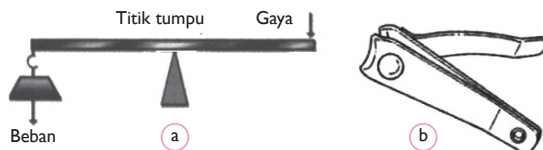
b. keuntungan mekanis

$$KM = \frac{F_b}{F_k}$$

$$KM = \frac{2.000\ \text{N}}{400\ \text{N}} = 5$$

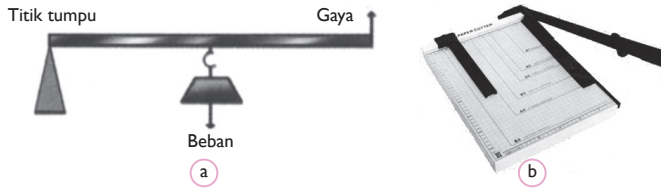
Berdasarkan letak titik tumpunya, tuas atau pengungkit diklasifikasikan menjadi tiga golongan, yaitu sebagai berikut.

a. Tuas Golongan Pertama

Titik tumpu berada di antara titik beban dan titik kuasa, seperti terlihat pada Gambar 10.15. Contohnya gunting, tang pemotong, gunting kuku, dan linggis.

Gambar 10.15

a) Tuas golongan pertama dan b) gunting kuku.

b. Tuas Golongan Kedua

Titik beban berada di antara titik tumpu dan titik kuasa. Contoh tuas jenis ini, di antaranya adalah gerobak beroda satu, pemotong kertas, dan pelubang kertas.

Gambar 10.16

a) Tuas golongan kedua dan b) pemotong kertas.

c. Tuas Golongan Ketiga

Titik kuasa berada di antara titik tumpu dan titik beban. Contoh tuas jenis ini adalah lengan, alat pancing, dan sekop.

Gambar 10.17

a) Tuas golongan ketiga. dan b) sekop.

2. Katrol

Katrol digunakan untuk mengambil air atau mengangkat beban yang berat. Katrol merupakan pesawat sederhana yang dapat memudahkan melakukan usaha. Katrol dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu katrol tetap, katrol bergerak, dan katrol berganda.

a. Katrol Tetap

Bagian-bagian katrol tetap diperlihatkan pada Gambar 10.18.

keterangan: F_b = gaya beban
F_k = gaya kuasa
l_b = AO = lengan beban
l_k = OB = lengan kuasa

Katrol berfungsi untuk membelokkan gaya sehingga berat beban tetap sama dengan gaya kuasanya tetapi dapat dilakukan dengan mudah. Keuntungan mekanis katrol tetap sama dengan satu. Katrol tetap digunakan untuk menimba air. Berdasarkan Persamaan (10–10), diketahui bahwa

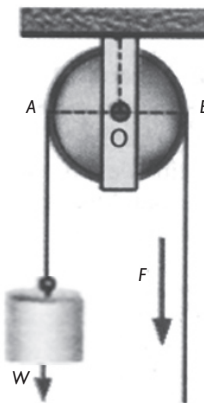
$$F_k l_k = F_b l_b$$

Oleh karena

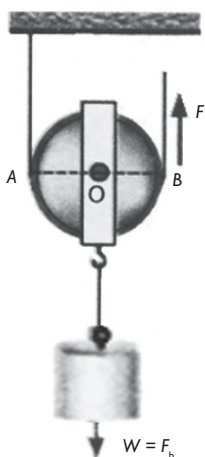
$$l_k = l_b \quad (10–12)$$

$$F_k = F_b \quad (10–13)$$

sehingga keuntungan mekanisnya adalah

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{l_k}{l_b} = 1. \quad (10–14)$$

Gambar 10.18

Katrol tetap

b. Katrol Tunggal Bergerak

Gambar 10.19

Katrol tunggal bergerak

Prinsip katrol tunggal bergerak hampir sama dengan tuas jenis kedua, yaitu titik beban berada di antara titik tumpu dan titik kuasa.

Perhatikan Gambar 10.19. Titik tumpu katrol tunggal bergerak berada di titik *A*. Lengan beban l_b adalah jarak *AO* dan lengan kuasa l_k adalah jarak *AB*. Dengan demikian, berlaku persamaan sebagai berikut.

$$l_k = 2\, l_b \qquad (10\text{–}15)$$

Jadi, keuntungan mekanis katrol tunggal bergerak adalah:

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{l_k}{l_b} = 2. \qquad (10\text{–}16)$$

Adapun besar gaya kuasa yang harus dilakukan untuk mengangkat beban adalah

$$F_k\, l_k = F_b\, l_b$$

$$F_k (2\, l_b) = F_b\, l_b$$

$$F_k = \frac{1}{2} F_b. \qquad (10\text{–}17)$$

c. Katrol Majemuk atau Katrol Berganda

Gambar 10.20

Katrol majemuk yang terdiri atas empat katrol.

Manusia selalu berusaha mencari tahu bagaimana caranya agar benda-benda yang relatif besar dan berat dapat diangkat dengan kerja yang dilakukan lebih mudah. Dengan prinsip katrol bergerak, hal tersebut mudah dilakukan. Katrol majemuk merupakan gabungan dari beberapa katrol sehingga kerja yang dilakukan semakin mudah.

Keuntungan mekanis dari katrol majemuk bergantung pada banyaknya tali yang dipergunakan untuk mengangkat beban. Pada Gambar 10.20 dapat kamu lihat empat tali digunakan untuk mengangkat beban. Jadi, keuntungan mekanisnya sama dengan 4. Jika kamu akan mengangkat beban 100 N, cukup dengan gaya 25 N saja benda sudah terangkat.

3. Bidang Miring

Gambar 10.21

Orang yang sedang menaikkan drum ke atas truk dengan bidang miring.

Ketika di pasar, mungkin kamu pernah melihat orang yang sedang menaikkan drum berisi minyak ke atas sebuah truk. Pesawat sederhana apakah yang mereka gunakan? Bidang miring merupakan alat yang sangat efektif untuk memudahkan kerja.

Untuk mengetahui peran bidang miring lebih memudahkan kerja lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.4 berikut.

Ayo Coba 10.4

Tujuan
Mengidentifikasi kegunaan bidang miring

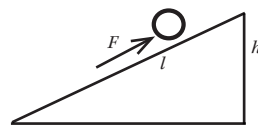
Alat dan bahan
Papan landasan (bidang miring), neraca pegas, balok kayu, dan tali

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Ukurlah berat balok kayu dengan neraca pegas secara langsung. Catat hasilnya pada buku tulismu.
3. Tariklah balok kayu melalui bidang miring. Catat skala yang ditunjukkan neraca pegas.

Pertanyaan
1. Bandingkan hasil pengukuran berat beban secara langsung dan berat beban dengan bidang miring.
2. Berilah kesimpulan dari dua cara tersbut. Cara manakah yang lebih memudahkan kerja?

Gambar 10.22
Mengukur berat balok kayu dengan menggunakan neraca pegas.

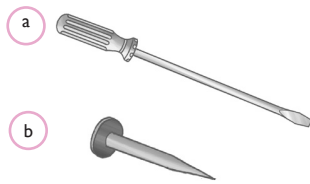
Keuntungan mekanis bidang miring bergantung pada panjang landasan bidang miring dan tingginya. Semakin kecil sudut kemiringan bidang, semakin besar keuntungan mekanisnya atau semakin kecil gaya kuasa yang harus dilakukan. Keuntungan mekanis bidang miring adalah perbandingan panjang (l) dan tinggi bidang miring (h).

$$KM = \frac{l}{h} \qquad (10\text{–}18)$$

Gambar 10.23
Keuntungan mekanisme bidang miring.

Dalam kehidupan sehari-hari, penggunaan bidang miring terdapat pada tangga, lereng gunung, dan jalan di daerah pegunungan. Semakin landai tangga, semakin mudah untuk dilalui. Sama halnya dengan lereng gunung, semakin landai lereng gunung maka semakin mudah untuk menaikinya, walaupun semakin jauh jarak tempuhnya. Jalan-jalan di pegunungan dibuat berkelok-kelok dan sangat panjang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan keuntungan mekanis yang cukup besar agar kendaraan dapat menaikinya dengan mudah.

a. Baji

Baji adalah pesawat sederhana yang prinsip kerjanya sama dengan bidang miring. Baji merupakan dua bidang miring yang disatukan.

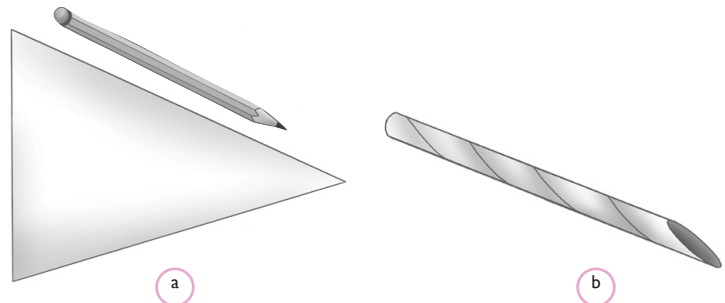
Gambar 10.24
Baji (a) tampak seluruhnya dan (b) tampak dari atas.

Gambar 10.25

Prinsip baji digunakan pada (a) obeng dan (b) paku.

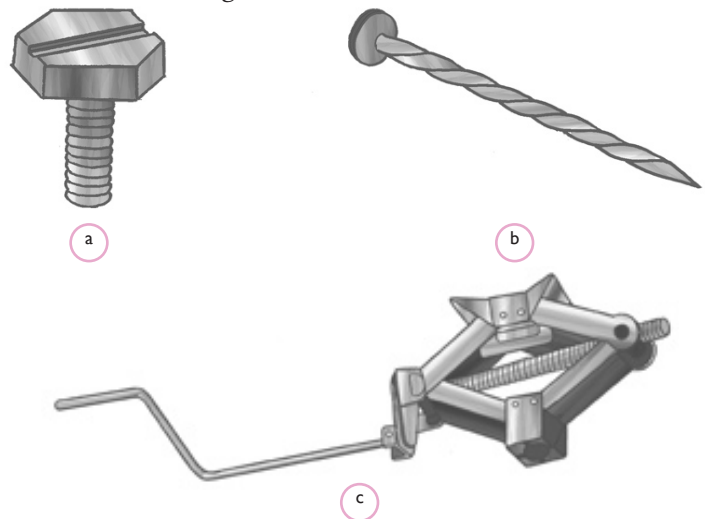
Baji terbuat dari bahan keras, misalnya besi atau baja. Baji digunakan untuk membelah kayu, membelah batu, atau benda keras lainnya. Semakin tipis bentuk baji, semakin mudah kerja yang dilakukan. Gambar 10.25 menunjukkan alat-alat yang sering kamu jumpai yang menggunakan prinsip baji.

b. Sekrup

Sekrup adalah alat yang digunakan untuk memudahkan kerja. Sekrup merupakan bidang miring yang dililitkan pada sebuah tabung sehingga lilitannya berbentuk spiral. Jarak antara ulir-ulir lilitan sekrup disebut interval sekrup. Untuk membuktikan bahwa sekrup merupakan penerapan bidang miring, kamu bisa mempraktikkan cara berikut.

Buatlah bidang miring dengan kertas, lalu gulung kertas tersebut pada sebuah pensil. Bagaimanakah hasilnya?

Gambar 10.26

(a) Kertas berbentuk segitiga dan pensil
(b) Kertas model bidang miring setelah digulung pada pensil.

Pesawat sederhana yang sering kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari yang prinsip kerjanya berdasarkan sekrup adalah dongkrak mobil mekanik, paku ulir, dan baut.

Gambar 10.27

Prinsip kerja sekrup digunakan pada (a) baut, (b) paku ulir, dan (c) dongkrak.

Contoh Soal 10.6

Sebuah peti harus dinaikkan ke atas truk. Agar lebih ringan, digunakan bidang miring yang licin dan panjangnya 4 m. Jika tinggi truk 1 m dan berat peti 600 N, hitunglah:

a. gaya yang diperlukan untuk mengangkat peti tersebut,
b. keuntungan mekanis bidangmiring tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui: l = 4 m
h = 1 m
F_b = 600 N

Ditanyakan: a. gaya untuk memindahkan peti (F_k)
b. keuntungan mekanis bidang miring (KM)

Jawab:

a.

$$F_k l = F_b h$$

$$F_k = \frac{(F_b h)}{l}$$

$$F_k = \frac{(600 \text{ N})(1 \text{ m})}{4 \text{ m}}$$

$$F_k = 150 \text{ N}$$

b.

$$KM = \frac{l_k}{l_b} = \frac{4 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

$$KM = 4$$

Jadi, gaya untuk mengangkat peti adalah 150 N dan keuntungan mekanisnya adalah 4.

Soal Penguasaan Materi 10.6

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Sebuah pengungkit digunakan untuk mengangkat batu yang massanya 50 kg. Jika panjang lengan kuasa 150 cm, lengan beban 30 cm, dan g = 10 N/kg, hitunglah:
   a. gaya kuasa yang harus diberikan untuk mengangkat batu tersebut,
   b. keuntungan mekanis.
2. Termasuk tuas golongan manakah alat-alat berikut?
   a. Pinset
   b. Kunci pas
   c. Penjepit kertas
3. Seorang Ibu sedang menimba air yang massanya 5 kg menggunakan katrol tetap. Jika percepatan gravitasi g = 10 m/s^2, hitunglah:
   a. gaya yang diperlukan untuk mengangkatnya,
   b. keuntungan mekanis katrol tersebut.
4. Berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat air yang massanya 5 kg dan g = 10 m/s^2 jika menggunakan katrol tunggal bergerak?
5. Mengapa jalan di tanjakan yang cukup curam dibuat berkelok-kelok?
6. Jelaskan perbedaan dan persamaan antara baji dan bidang miring.
7. Sebuah bidang miring yang panjangnya 5 m dipergunakan untuk menaikkan sebuah benda yang beratnya 100 kg. Jika gaya yang digunakan 200 N dan g = 10 m/s^2, hitunglah tinggi bidang miring dari lantai.

Rangkuman

- Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha.
- Energi kimia adalah energi yang tersimpan dalam persenyawaan kimia. Energi kimia terkandung dalam makanan, minyak bumi, dan baterai.
- Energi listrik dapat berubah bentuk menjadi energi gerak, energi cahaya, energi panas, dan energi bunyi. Energi listrik merupakan hasil perubahan energi yang lain, seperti dari energi matahari, energi gerak, energi potensial air, energi kimia gas alam, dan energi uap.
- Energi panas merupakan hasil perubahan energi yang lain, seperti energi listrik, energi gerak, dan energi kimia.
- Enegi potensial gravitasi adalah energi akibat perbedaan ketinggian.

$$E_p = m\,g\,h$$

- Energi kinetik adalah energi akibat gerakan.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

- Energi mekanik adalah penjumlahan antara energi potensial dan energi kinetik.

$$E_m = E_p + E_k$$

- Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain.
- Usaha dihasilkan oleh gaya yang dikerjakan pada suatu benda sehingga benda berpindah tempat sejauh dan searah gaya F adalah: $W = F\,s$
- Usaha yang dilakukan pada benda yang bergerak horisontal sama dengan perubahan energi kinetik.

$$W = \Delta E_k$$

- Usaha yang dilakukan pada benda yang bergerak vertikal sama dengan perubahan energi potensial gravitasi.

$$W = \Delta E_p$$

- Pesawat sederhana adalah alat-alat sederhana yang dapat membantu melakukan usaha.
- Pesawat sederhana terdiri atas tuas, katrol, dan bidang miring.
- Tuas terdiri atas tiga golongan, antara lain tuas golongan pertama, tuas golongan kedua, dan tuas golongan ketiga.
- Pada tuas berlaku persamaan sebagai berikut.

$$F_k l_k = F_b l_b$$

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{l_k}{l_b}$$

- Pada tuas golongan pertama, titik tumpu berada di antara titik beban dan titik kuasa. Tuas golongan kedua, titik beban berada di antara titik tumpu dan titik kuasa. Tuas golongan ketiga, titik kuasa berada di antara titik tumpu dan titik beban.
- Katrol terdiri atas katrol tetap, katrol tunggal bergerak, dan katrol berganda atau majemuk.
- Sekrup merupakan bidang miring yang dililitkan pada sebuah tabung sehingga lilitannya berbentuk spiral, contohnya dongkrak mobil, paku ulir, dan baut.

Refleksi

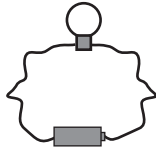
Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Energi dan Perubahannya. Sangat menarik, bukan? Energi adalah sumber kehidupan makhluk hidup di Bumi, tata surya, bahkan di seluruh jagat raya ini. Tanpa energi maka tidak ada kehidupan. Energi pula yang menyebabkan manusia dapat melakukan usaha sehingga dapat beraktivitas sehari-hari.

Bagaimana pemahamanmu tentang materi bab ini? Sudahkah kamu memahami seluruhnya? Manakah yang tidak kamu mengerti? Ayo diskusikan dengan teman-temanmu sebelum kamu tanyakan kepada gurumu.

Tes Kompetensi Bab 10

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Perubahan energi yang terjadi pada gambar berikut adalah ....

   a. kimia – listrik – gerak
   b. kimia – listrik – kalor
   c. kimia – listrik – cahaya
   d. listrik – kimia – cahaya

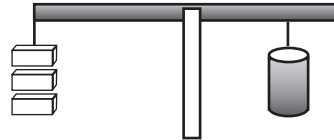
2. Perubahan energi yang terjadi pada setrika listrik adalah ....
   a. energi listrik menjadi energi kalor
   b. energi kimia menjadi energi kalor
   c. energi listrik menjadi energi cahaya
   d. energi listrik menjadi energi gerak

3. Buah jeruk massanya 200 g tergantung di pohon yang tingginya 2 m. Jika percepatan gravitasi di tempat tersebut 10 N/kg, buah jeruk tersebut memiliki energi potensial sebesar ....
   a. 4000 joule   c. 40 joule
   b. 400 joule   d. 4 joule

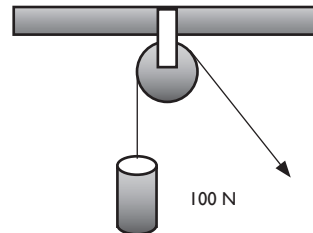
4. Sebuah benda massanya 2 kg bergerak dengan kecepatan 2 m/s^2. Energi kinetik yang dimiliki benda adalah ....
   a. 2 joule   c. 6 joule
   b. 4 joule   d. 8 joule

5. Keuntungan-keuntungan pemakaian sumber energi yang dapat diperbarui di antaranya:
   1. sedikit menimbulkan polusi;
   2. biaya terjangkau masyarakat;
   3. tidak banyak merusak lingkungan;
   4. menghasilkan daya yang besar.

   Pernyataan yang paling tepat adalah nomor ....
   a. 1   c. 3
   b. 2   d. 4

6.

   Pada gambar tersebut tampak sebuah timbangan dalam keadaan seimbang. Jika massa benda 15 kg dan masing-masing anak timbangan massanya sama, massa setiap timbangan besarnya adalah ....
   a. 3 kg   c. 10 kg
   b. 5 kg   d. 25 kg

7. Untuk mengangkat benda-benda yang sangat berat, lebih efektif menggunakan ....
   a. katrol tetap
   b. katrol tunggal bergerak
   c. katrol berganda
   d. tuas

8. Jika gesekan tali dan katrol diabaikan, gaya kuasa untuk mengangkat benda adalah ....

   a. 50 N   c. 150 N
   b. 100 N   d. 200 N

9. Sebuah bidang miring yang panjangnya 3 m digunakan untuk menaikkan drum setinggi 1 m. Keuntungan mekanis menggunakan bidang miring adalah ....
   a. 1   c. 3
   b. 2   d. 4

10. Sekrup merupakan contoh dari pesawat sederhana untuk memudahkan kerja yang prinsip kerjanya menggunakan ....

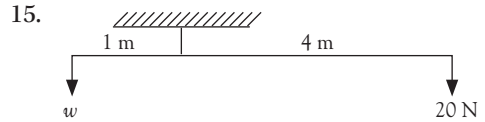
a. tuas
b. katrol tunggal
c. bidang miring
d. katrol majemuk

11. Sebuah bidang miring tingginya 1 m dan panjangnya 5 m. Jika berat benda yang akan dipindahkan 1.880 N, gaya yang diperlukan adalah ....
    a. 376 N c. 940 N
    b. 9.400 N d. 37,6 N

12. Pada peristiwa buah kelapa yang jatuh dari pohon, terdapat perubahan energi ....
    a. kimia menjadi kinetik
    b. potensial menjadi kinetik
    c. kinetik menjadi potensial
    d. kinetik menjadi kalor

13. Semua alat untuk memudahkan usaha disebut ....
    a. tuas
    b. bidang miring
    c. pesawat sederhana
    d. katrol

14. Keuntungan mekanis dari katrol tetap adalah ....
    a. 1 c. 3
    b. 2 d. tidak tentu

15.
    1 m 4 m
    w 20 N

    Pada keadaan seimbang, besar w adalah ....
    a. 40 N c. 80 N
    b. 80 N d. 100 N

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Jelaskan perubahan energi yang terjadi pada alat berikut.
   a. lampu pijar
   b. kompor gas
   c. *mixer* pengocok telur

2. Pada saat sebuah benda dilemparkan vertikal ke atas,
   a. energi apakah yang terus membesar?
   b. energi apakah yang terus mengecil?
   c. energi apakah yang besarnya tetap?

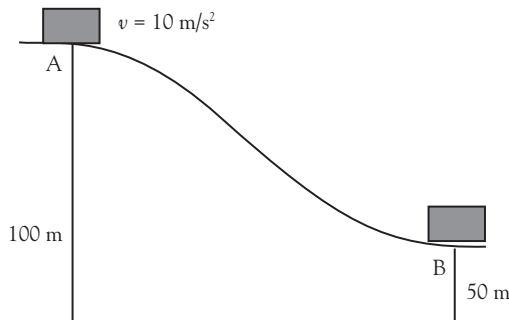
3. Jelaskan mengapa kita harus menghemat energi. Bagaimana caranya?

4. Termasuk pesawat sederhana apakah alat-alat berikut ini?
   a. tang
   b. baut
   c. obeng

5. Berapakah keuntungan mekanis dari katrol tetap? Bagaimana katrol tetap dapat memudahkan kerja kita meskipun keuntungan mekanisnya kecil.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Perhatikan gambar berikut. Berapakah kecepatan *roller coaster* saat berada di titik B?

Bab 11

Sumber: *www.repaircraft*

Tekanan

Hasil yang harus kamu capai:

memahami peranan usaha, gaya, dan energi dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

menyelidiki tekanan pada benda padat, cair, dan gas serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Dua orang yang kekuatan ototnya sama memasang paku pada sebuah kayu, yang satu menggunakan paku yang ujungnya runcing dan yang lain menggunakan paku yang ujungnya tumpul. Ternyata, paku yang ujungnya runcing akan menancap lebih dalam daripada paku yang ujungnya tumpul. Mengapa paku yang ujungnya tumpul tidak dapat menancap lebih dalam daripada paku yang ujungnya runcing? Apakah peristiwa tersebut memiliki hubungan dengan konsep tekanan?

Jika kamu perhatikan, balon udara dan kapal selam memiliki ukuran yang relatif sangat besar. Namun demikian, balon udara mampu terbang dan melayang ke angkasa, sedangkan kapal selam dapat dikendalikan supaya mampu tenggelam, melayang, bahkan mengapung di permukaan laut. Mengapa hal itu bisa terjadi? Prinsip apakah yang berlaku pada balon udara dan kapal selam? Pelajarilah bab ini dengan saksama karena kamu akan menemukan jawabannya.

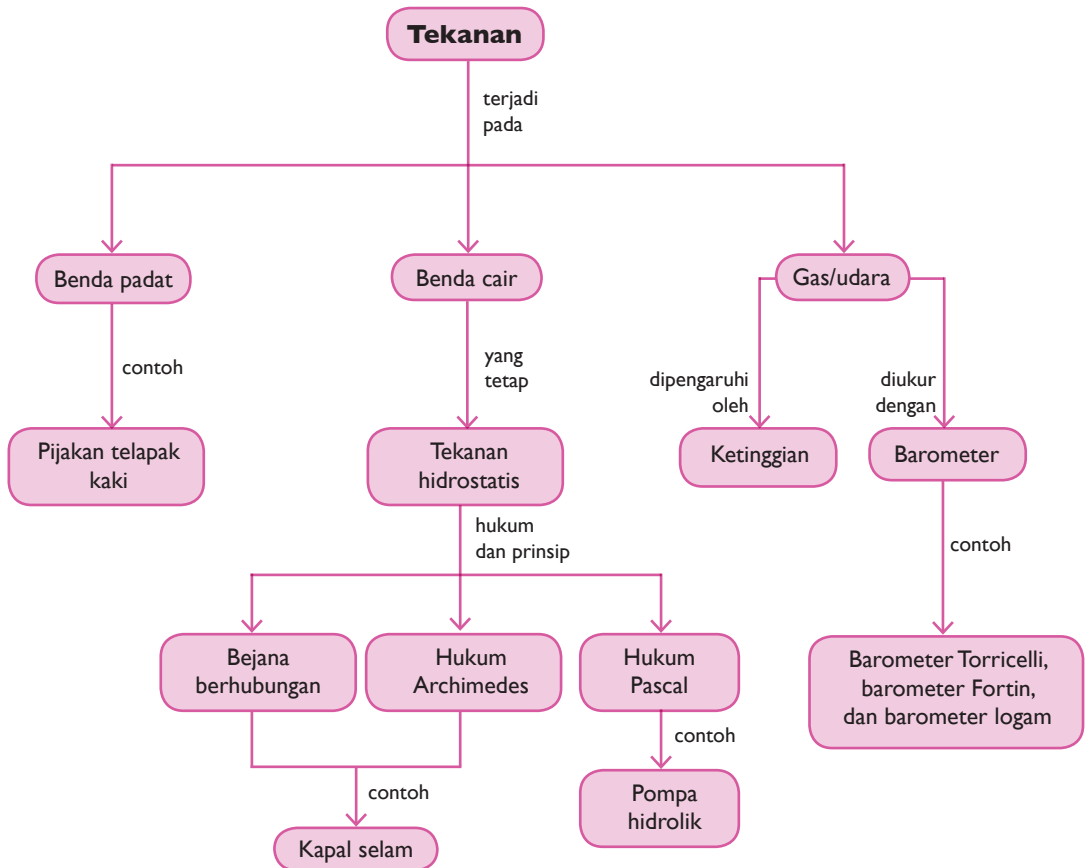
- **A.** Pengertian Tekanan
- **B.** Tekanan pada Zat Padat
- **C.** Tekanan pada Zat Cair
- **D.** Tekanan Udara

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Tekanan

terjadi pada

- Benda padat
  - contoh → Pijakan telapak kaki
- Benda cair
  - yang tetap → Tekanan hidrostatis
    - hukum dan prinsip
      - Bejana berhubungan
      - Hukum Archimedes
        - (Bejana berhubungan, Hukum Archimedes) contoh → Kapal selam
      - Hukum Pascal
        - contoh → Pompa hidrolik
- Gas/udara
  - dipengaruhi oleh → Ketinggian
  - diukur dengan → Barometer
    - contoh → Barometer Torricelli, barometer Fortin, dan barometer logam

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apakah tekanan itu?
2. Kita sering melihat kapal laut yang sangat besar dapat terapung di atas air, tetapi mengapa batu kecil bisa tenggelam di dalam air?
3. Mengapa sebuah sumur air tidak pernah surut?

A. Pengertian Tekanan

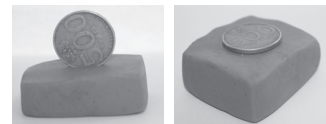
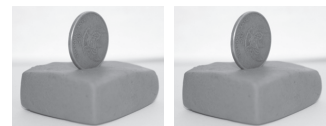
Berhati-hatilah jika kamu memegang benda tajam, seperti pisau atau jarum. Mengapa demikian? Benda-benda tersebut selain sangat dibutuhkan untuk memudahkan melakukan usaha, juga dapat menyebabkan tubuh kamu terluka. Adapun pisau tumpul ataupun jarum tanpa ujung runcing sukar untuk dapat digunakan melakukan kerja. Mengapa demikian?

Apabila kamu perhatikan kaki-kaki unggas, seperti ayam, itik, ataupun burung yang lainnya, ternyata memiliki bentuk yang berbeda-beda. Mengapa demikian? Tuhan telah menciptakan kaki binatang tersebut sedemikian rupa sesuai dengan fungsinya. Ada yang berfungsi untuk berjalan, mencengkeram, dan berenang. Jika ayam dan itik berjalan di jalan yang berlumpur, ternyata kedua bekas kaki unggas tersebut memiliki kedalaman yang berbeda. Bekas kaki apakah yang lebih dalam?

Beberapa peristiwa tersebut sangat berhubungan dengan salah satu konsep Fisika, yaitu tekanan. Jadi, apakah tekanan itu? Untuk dapat mengetahui konsep tersebut ayo kamu lakukan dahulu kegiatan Ayo Coba 11.1 berikut.

Ayo Coba 11.1

Tujuan
Memahami konsep tekanan

Alat dan bahan
Dua buah plastisin (lilin mainan) dan dua buah koin uang logam Rp500 (koin)

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Letakan kedua koin tersebut pada masing-masing plastisin dengan posisi seperti pada Gambar 11.1 (a).
3. Tekanlah kedua uang logam tersebut dengan gaya yang sama.

b

Gambar 11.1

(a) kedua koin diletakkan dengan posisi berbeda dan (b) kedua koin diletakkan dengan posisi sama.

4. Pindahkan kedua uang logam tersebut dari plastisin, lalu amati kedalaman bekas uang logam itu.
5. Ulangi kegiatan di atas, tetapi posisi kedua uang logam sama dalam keadaan berdiri, seperti pada Gambar 11.1 (b).
6. Tekanlah kedua uang logam tersebut dengan gaya yang berbeda.
7. Amati kembali kedalamam bekas kedua uang logam tersebut.

Pertanyaan

1. Ketika kamu menekan kedua uang logam pada posisi yang berbeda dengan gaya yang sama, uang logam pada posisi manakah yang bekasnya lebih dalam? Mengapa demikian?
2. Ketika kamu menekan kedua uang logam yang posisinya sama, tetapi dengan gaya yang berbeda, yang manakah bekas uang logam yang lebih dalam? Mengapa demikian?
3. Uang logam manakah yang mendapatkan tekanan yang lebih besar?
4. Faktor-faktor apakah yang memengaruhi besarnya tekanan?

B. Tekanan pada Zat Padat

Ketika kamu mendorong uang logam di atas plastisin, berarti kamu telah memberikan gaya pada uang logam. Besarnya tekanan uang logam pada plastisin bergantung pada besarnya dorongan (gaya) yang kamu berikan dan luas bidang tekannya. Semakin besar gaya tekan yang kamu berikan, semakin besar pula tekanan yang terjadi. Namun, semakin besar luas bidang tekan suatu benda maka semakin kecil tekanan yang terjadi. Dengan demikian, tekanan berbanding lurus dengan gaya tekan dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan. Secara matematis, besaran tekanan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$p = \frac{F}{A} \qquad (11\text{–}1)$$

dengan: p = tekanan (N/m^2)
F = gaya tekan (N)
A = luas bidang (m^2)

Satuan tekanan dalam Sistem Internasional (SI) adalah N/m^2. Satuan ini juga disebut pascal (Pa).

1 Pa = 1 N/m^2

Setelah mengetahui bahwa besar tekanan dipengaruhi oleh gaya dan luas bidang, sekarang kamu dapat menjelaskan mengapa bekas kaki ayam lebih dalam daripada bekas kaki itik jika keduanya berjalan di atas lumpur. Untuk memudahkan usaha (kerja), kamu harus membuat pengiris

Informasi IPA

Burung ini berjalan dari satu daun tumbuhan air ke daun tumbuhan air yang lain. Jari-jari panjang burung itu dimekarkan sehingga berat badannya menyebar, mengurangi tekanannya pada daun yang diinjak. Hal ini membuat burung tidak tenggelam atau tidak terperosok.

Sumber: *Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

bawang (pisau) atau jarum lebih runcing. Oleh sebab itu, dengan memperkecil luas bidang tekan merupakan upaya untuk memperbesar tekanan. Alat-alat berikut sengaja dibuat dengan memperkecil luas bidang tekanannya untuk mendapatkan tekanan yang jauh lebih besar.

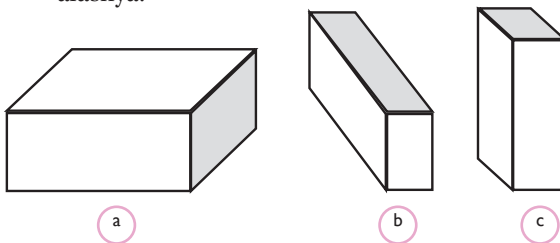
Gambar 11.2

Alat-alat yang dibuat dengan memperkecil luas bidang tekan, seperti
(a) pisau (b) paku,
(c) kapak, dan (d) jarum.

Contoh Soal 11.1

Sebuah balok memiliki panjang 10 cm, lebar 8 cm, dan tinggi 4 cm, serta berat 20 N. Jika balok diletakkan pada posisi yang berbeda (seperti gambar), tentukan:

a. luas bidang tekan untuk masing-masing posisi;
b. besarnya tekanan yang dikerjakan benda tersebut pada alasnya.

a b c

Penyelesaian:

Sebelumnya, kamu harus mengubah satuan yang bukan SI menjadi satuan SI.

p = 10 cm = 0,1 m
l = 8 cm = 0,08 m
t = 4 cm = 0,04 m
F = 20 N

Pembahasan UN

Perhatikan gambar. Bentuk benda yang memberikan tekanan terbesar pada suatu bidang adalah ....
(**UN 2004**)

a.

b.

c.

d.

Jawaban (b)

Sesuai persamaan $p = \frac{F}{A}$, diketahui bahwa bidang dengan luas penampang paling kecil memiliki tekanan terbesar.

a. Luas bidang tekan masing-masing posisi

Posisi (a)	Posisi (b)	Posisi (c)
$A_1 = pl$ $= (0{,}1\text{ m})(0{,}8\text{ m})$ $= 0{,}008\text{ m}^2$	$A_2 = pt$ $= (0{,}1\text{ m})(0{,}04\text{ m})$ $= 0{,}004\text{ m}^2$	$A_3 = lt$ $= (0{,}08\text{ m})(0{,}04\text{ cm})$ $= 0{,}0032\text{ m}^2$

b. Tekanan masing-masing posisi

$$P = \frac{F}{A}$$

Posisi (a)	Posisi (b)	Posisi (c)
$p_1 = \frac{20\text{ N}}{0{,}008\text{ m}^2}$	$p_2 = \frac{20\text{ N}}{0{,}004\text{ m}^2}$	$p_3 = \frac{20\text{ N}}{0{,}0032\text{ m}^2}$
$= \frac{20\text{ N}}{\left(\frac{8}{1.000}\right)\text{m}^2}$	$= \frac{20\text{N}}{\left(\frac{4}{1.000}\right)\text{m}^2}$	$= \frac{20\text{ N}}{\left(\frac{32}{10.000}\right)\text{m}^2}$
$= \frac{(20\text{ N})(1.000)}{8\text{m}^2}$	$= \frac{(20\text{N})(1.000)}{4\text{m}^2}$	$= \frac{(20\text{ N})(10.000)}{32\text{ m}^2}$
$= 2.500\text{ N/m}^2$	$= 5.000\text{ N/m}^2$	$= 6.250\text{ N/m}^2$

Apabila kamu bandingkan besarnya tekanan dari ketiga posisi tersebut, semakin kecil luas bidang tekannya, semakin besar tekanannya.

Soal Penguasaan Materi 11.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mengapa tali tas sekolahmu dibuat dari bahan yang lebar atau tidak dibuat dari tali yang alasnya kecil?
2. Sebuah balok memiliki panjang 40 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 5 cm, serta berat 40 N. Hitunglah:
   a) tekanan maksimum yang diakibatkan balok tersebut dan
   b) tekanan minimum yang diakibatkan balok tersebut.

C. Tekanan pada Zat Cair

Berenang adalah kegiatan yang sangat menyenangkan. Ketika kamu mencoba untuk menyelam ke dasar kolam, semakin dalam kamu menyelam maka kamu akan merasa gaya yang menekan ke tubuhmu semakin besar. Untuk mempelajari faktor-faktor apakah yang memengaruhi besar tekanan itu, kerjakanlah kegiatan Ayo Coba 11.2 berikut.

Ayo Coba 11.2

Tujuan
Menyelidiki tekanan di dalam zat cair

Alat dan bahan
Selang plastik, corong, balon karet, papan triplek, lem, air berwarna, dan bejana kaca (aquarium) atau ember berisi air

Cara kerja
1. Lekukkan selang plastik pada papan triplek sehingga membentuk huruf U, lalu kuatkan dengan lem. Masukkan corong pada ujung selang plastik yang lain, kemudian sambungkan dengan selang plastik yang berbentuk U. Tutup permukaan corong dengan balon plastik sehingga tertutup oleh membran seperti pada gambar.
2. Masukkan air berwarna pada pipa U kira-kira setengahnya.
3. Untuk menguji tekanan pada zat cair, kamu memerlukan sebuah bejana kaca (aquarium). Jika tidak ada, kamu dapat menggunakan ember.
4. Sebelum melakukan percobaan, tekanlah membran karet pada corong. Apa yang terjadi pada permukaan air di dalam pipa U?
5. Masukkan secara perlahan ujung pipa yang bercorong ke dalam bejana berisi air. Amati permukaan air dalam pipa U. Catat bagaimana perbedaan permukaan air pada pipa U jika secara perlahan dimasukkan semakin dalam.
6. Diamkan gerakanmu pada kedalaman tertentu. Lalu, arahkan corong ke sisi kiri, kanan, atas, atau bawah pada kedalaman yang sama, sambil mengamati permukaan air dalam pipa U. Catat bagaimana perbedaan permukaan air dalam pipa U.

Pertanyaan
1. Ketika kamu memasukkan corong semakin ke dalam. Apakah yang terjadi pada permukaan air dalam pipa U? Menunjukkan apakah itu?
2. Ketika kamu mengarahkan corong ke beberapa arah pada kedalaman yang sama, bagaimanakah perbedaan permukaan air pada pipa U? Menunjukkan apakah itu?
3. Berilah kesimpulan tentang besarnya tekanan yang terjadi pada zat cair dari hasil percobaan tersebut.

Gambar 11.3
Bagaimana cara menyelidiki tekanan di dalam zat cair?

Dari hasil percobaan pada kegiatan Ayo Coba 11.2, kamu dapat menyimpulkan bahwa semakin dalam posisi zat yang diam maka semakin besar tekanannya berarti tekanan hidrostatis sebanding dengan kedalaman (h).

$p \propto h$

Bagaimanakah tekanan hidrostatis pada kedalaman tertentu untuk jenis zat cair berbeda? Apakah sama? Untuk mengetahuinya, kamu harus melakukan kegiatan yang sama.

Informasi IPA

Tekanan di dalam zat cair bergantung pada kedalamannya, semakin dalam maka semakin besar tekanannya. Helm penyelam dari abad ke -19 ini dibuat dari bahan yang tebal dan kuat agar penyelam dapat tahan terhadap tekanan yang besar. Tekanan juga bergantung pada kepekaan zat cairnya. Misalnya, raksa menekan lebih kuat daripada air karena lebih pekat daripada air.

Sumber: *www.mcdoa.org.uk; Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

Tugas 11.1

Sediakan dua buah zat cair yang berbeda, seperti air dan minyak tanah. Gunakan pesawat Hartl untuk mengujinya dengan cara memasukkan corong ke dalam kedua zat cair tersebut pada kedalaman yang sama. Amati perbedaan air pada pipa U ketika dimasukkan kedalam air dan minyak. Berilah kesimpulan dari hasil kerja ilmiahmu, apakah tekanan hidrostatis di kedua zat cair sama untuk kedalaman yang sama?

Dari hasil Tugas 11.1 yang telah kamu lakukan, ternyata jenis zat cair memengaruhi tekanan hidrostatis. Kamu sudah mengetahui bahwa yang membedakan suatu jenis zat tertentu adalah massa jenis (ρ). Semakin besar massa jenis suatu zat cair, semakin besar pula tekanan pada kedalaman tertentu.

Dengan kata lain, tekanan suatu zat cair sebanding dengan besarnya massa jenis

$p \propto \rho$

Tekanan hidrostatis disebabkan oleh berat zat cair, sehingga:

$$p = \frac{w}{A} \qquad (11\text{–}2)$$

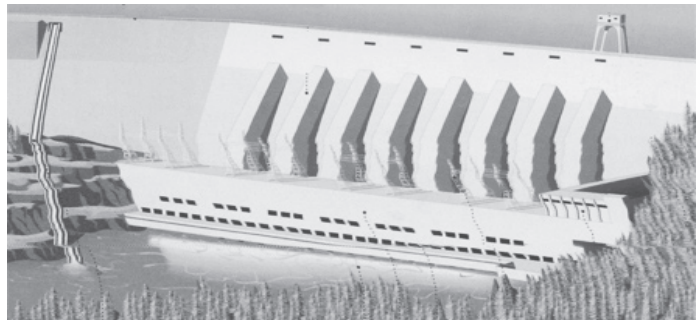
Karena $w = mg$ dan $m = \rho v = \rho hA$ maka,

$$p = \frac{\rho ghA}{A}$$

$$p = \rho gh \qquad (11\text{–}3)$$

dengan p = tekanan (N/m²)
ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)
g = percepatan gravitasi (m/s²)
h = tinggi zat cair (m)

Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa tekanan berbanding lurus dengan massa jenis zat cair dan kedalaman di dalam zat cair. Pada umumnya, tekanan pada kedalaman yang sama dalam zat cair yang serba sama adalah sama.

Pada dunia teknik bendungan, para arsitek membuat suatu bendungan dengan memperhitungkan tekanan hidrostatis. Hal ini ditunjukkan dengan semakin menebalnya dinding bendungan ke arah dasar permukaan air, seperti terlihat pada Gambar 11.4. mengapa demikian?

Gambar 11.4

Semakin ke bawah, dinding bendungan semakin tebal.

Sumber: *Kamus Visual*, 2004

Soal Penguasaan Materi 11.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Sebuah bejana diberi tiga buah lubang pada ketinggian yang berbeda, lalu ketiga lubang tersebut ditutup oleh sumbat. Bejana tersebut diisi air sampai penuh.
   a. Menurut hipotesismu, apakah yang akan terjadi apabila ketiga sumbat pada lubang tersebut kamu cabut?
   b. Menurut perkiraanmu, apakah kecepatan keluarnya air dari ketiga lubang tersebut sama?
   c. Berilah penjelasan dari hasil hipotesismu sesuai teori yang telah kamu dapatkan. Disarankan kamu mencobanya di rumah masing-masing.
2. Para penyelam tradisional sehari-harinya mencari mutiara atau rumput laut. Kebanyakan dari mereka telinganya kurang peka terhadap suara lemah bahkan apabila mereka menyelam terlalu dalam, gendang telinga mereka bisa pecah. Mengapa hal itu bisa terjadi? Jelaskan sesuai dengan teori yang kamu dapatkan.
3. Pada saat menyelam Risa merasakan adanya tekanan hidrostatis pada tubuhnya. Dia mencoba memperkirakan besarnya tekanan tersebut dengan mengukur kedalamannya. Jika diketahui kedalaman penyelaman Risa 2 m, massa jenis air 1.000 kg/m^3, serta konstanta gravitasi di tempat tersebut 10 N/kg, berapakah tekanan hidrostatis hasil hitungan Risa?

1. Hukum Pascal

Kamu sudah mengetahui bahwa pada zat cair yang diam memiliki tekanan hidrostatis yang dipengaruhi oleh massa jenis zat cair, konstanta gravitasi, dan kedalaman zat cair. Namun, bagaimanakah jika suatu zat cair dalam ruang tertutup kamu berikan tekanan, dan ke arah manakah tekanan itu diteruskan? Pertanyaan tersebut terjadi pada diri seorang ilmuwan bernama Pascal. Untuk dapat menjawabnya, marilah lakukan kegiatan Ayo Coba 11.3 berikut ini.

Ayo Coba 11.3

Tujuan
Mengidentifikasi Hukum Pascal

Alat dan bahan
Bambu atau alat Pascal dan air

Cara kerja
1. Buatlah alat Pascal sederhana dengan menggunakan seruas bambu yang ujungnya tertutup ruas dan di sekeliling ruas bambu diberi lubang sempit pada ketinggian yang sama (apabila ada, gunakan alat Pascal). Perhatikan Gambar 11.5.
2. Isilah alat Pascal penuh dengan air .
3. Berilah tekanan ke dalam zat cair dalam tabung Pascal, lalu amati keluarnya air dari tabung Pascal.

Gambar 11.5
Alat Pascal sederhana

Pertanyaan

1. Ketika pengisap kamu dorong, berarti kamu telah memberi tekanan pada zat cair dalam ruang Pascal. Ke manakah tekanan tersebut diteruskan? Jelaskan jawabanmu.
2. Apakah air yang keluar dari lubang tabung Pascal itu merata? Jelaskan mengapa hal itu bisa terjadi.
3. Berilah kesimpulan dari hasil pengamatanmu.

Jika hasil pengamatanmu benar, kesimpulan yang kamu dapatkan akan sama dengan kesimpulan yang didapat oleh Pascal yang dikenal dengan Hukum Pascal. Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair di ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama rata.

Penemuan Pascal menunjukkan bahwa Tuhan telah menetapkan hukum alam tidak lain untuk kesejahteraan umat manusia. Gejala alam ini sering digunakan dalam teknologi untuk mengangkat mobil di bengkel atau pompa hidrolik untuk memompa suatu bahan tertentu. Tetapi, bagaimanakah Hukum Pascal tersebut digunakan? Marilah lakukan kegiatan Ayo Coba 11.4 berikut ini.

Ayo Coba 11.4

Tujuan

Membuat alat sederhana aplikasi Hukum Pascal

Alat dan bahan

Selang plastik sekitar 1 meter, dua siring (alat suntik) yang diameternya berbeda, air berwarna atau oli, dan beban

Cara kerja

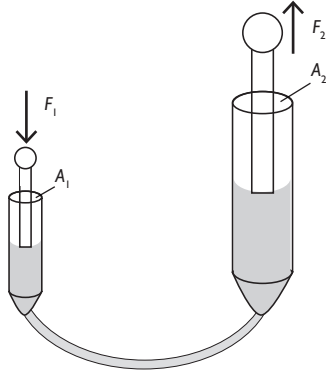
1. Buatlah alat sederhana aplikasi Pascal dengan merangkaikan selang plastik pada dua alat suntik tersebut, seperti Gambar 11.6. Rancanglah alat tersebut sebaik mungkin.
2. Isilah selang plastik penuh dengan air berwarna atau oli.
3. Tekanlah pengisap alat suntik kecil, lalu amati yang terjadi pada pengisap alat suntik besar.
4. Letakkan beban pada pengisap alat suntik besar, lalu tekanlah pengisap alat suntik kecil. Apakah yang akan terjadi?
5. Lakukan kegiatan tersebut beberapa kali dengan cara menambah beban pada pengisap yang besar.
6. Ulangi kegiatan tersebut dengan cara menempatkan beban di pengisap kecil dan menekan di pengisap besar. Bandingkan gaya yang kamu berikan.

Gambar 11.6

Skema alat sederhana aplikasi Pascal.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah gaya yang kamu berikan ketika beban diletakkan di pengisap besar dan ketika beban diletakkan dipengisap kecil?
2. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan tersebut?

Marilah kita telusuri mengapa gaya yang lebih kecil dapat mengangkat gaya berat beban yang lebih besar? Menurut Hukum Pascal, tekanan zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama rata. Lihatlah Gambar 11.7.

Gambar 11.7

Penjelasan dari alat aplikasi pascal sederhana.

Ketika pengisap kecil kamu dorong maka pengisap tersebut diberikan gaya sebesar F_1 terhadap luas bidang A_1, akibatnya timbul tekanan sebesar p_1. Menurut Pascal, tekanan ini akan diteruskan ke segala arah dengan sama rata sehingga tekanan akan diteruskan ke pengisap besar dengan sama besar. Dengan demikian, pada pengisap yang besar pun terjadi tekanan yang besarnya sama dengan p_1. Tekanan ini menimbulkan gaya pada luas bidang tekan pengisap kedua (A_2) sebesar F_2 sehingga kamu dapat menuliskan persamaan sebagai berikut.

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \qquad (11\text{–}6)$$

Jadi, gaya yang ditimbulkan pada pengisap besar adalah:

$$F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1} \qquad (11\text{–}7)$$

Dari Persamaan (11–7), dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan efek gaya yang besar dari gaya yang kecil, maka luas penampangnya harus diperbesar. Inilah prinsip kerja sederhana dari alat teknik pengangkat mobil yang disebut pompa hidrolik.

Contoh Soal 11.2

Sebuah alat pengangkat mobil menggunakan luas penampang pengisap kecil 10 cm^2 dan pengisap besar 50 cm^2. Berapakah gaya yang harus diberikan agar dapat mengangkat sebuah mobil 20.000 N?

Penyelesaian:

Diketahui: A_1 = 10 cm^2
A_2 = 50 cm^2
F_2 = 20.000 N

Ditanyakan: F_1

Jawab:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = F_1 \frac{A_2}{A_1}$$

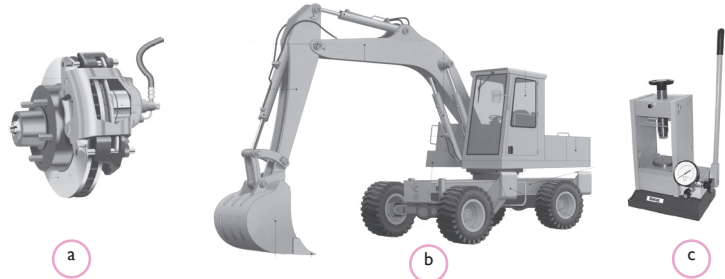
$$F_1 = (20.000\ \text{N}) \frac{(10\ \text{cm}^2)}{(50\ \text{cm}^2)}$$

F_1 = 4.000 N

Jadi, kamu dapat menyimpulkan bahwa dengan gaya 4.000 N kamu dapat mengangkat sebuah mobil 20.000 N dengan konstruksi alat seperti itu.

Hukum Pascal pun banyak digunakan pada alat-alat teknologi yang lain, seperti rem hidrolik pada kendaraan bermotor dan alat berat untuk mengeruk tanah atau pasir. Gambar 11.8 memperlihatkan alat-alat teknik yang menggunakan prinsip pascal.

Gambar 11.8

(a) rem hidrolik,
(b) alat keruk (bekko), dan
(c) pompa hidrolik.

Sumber: *Kamus Visual*, 2004 dan *www.spepac.com*

Soal Penguasaan Materi 11.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Hukum Pascal menunjukkan bahwa perbandingan antara gaya dan luas penampang pada ruang tertutup selalu tetap. Berilah penjelasan tentang Hukum Pascal jika luas penampangnya dinyatakan dengan diameter piston.
2. Sebuah piston dongkrak hidrolik dapat mengangkat benda seberat 1 ton dengan diameter piston 0,1 m. Jika luas penampang piston pengisap 0,01 m^2, hitunglah gaya minimal yang harus diberikan agar dapat mengangkat benda seberat itu.

2. Bejana Berhubungan

Pernahkah kamu berpikir mengapa air sumur tidak pernah kering walaupun setiap saat kamu pompa airnya. Apabila kamu perhatikan dasar kolam, laut, atau danau tidak rata. Ada bagian yang dalam, ada yang dangkal, dan ada pula yang curam seperti palung laut. Namun, bagaimanakah permukaan airnya? Tuhan menciptakan permukaan air selalu rata.

Agar dapat mengetahui dan memahami bahwa permukaan air selalu rata, lakukan kegiatan Ayo Coba 11.5 berikut.

Sumber: *Oxford Ensiklopedia Pelajar*, 1995

Gambar 11.9

Danau Kawah di Oregon, Amerika Serikat, yang bergaris tengah 9 km.

Ayo Coba 11.5

Tujuan

Mengamati bentuk permukaan air

Alat dan bahan

Gelas, bejana berhubungan, dan air

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Isilah gelas dengan air, kira-kira seperempatnya.
3. Letakkan gelas di atas meja, lalu amati permukaan airnya.
4. Miringkan gelas berisi air tersebut dengan cara mengganjal salah satu sisinya, lalu amati kembali permukaan airnya.
5. Catat semua hasil pengamatanmu.
6. Isilah bejana berhubungan dengan air kira-kira tiga perempatnya.
7. Amati permukaan air pada setiap tabung bejana berhubungan.
8. Catat hasil pengamatanmu.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah permukaan air dalam gelas ketika gelas diletakkan mendatar?
2. Bagaimanakah permukaan air dalam gelas ketika gelas diletakkan miring?
3. Berilah kesimpulan dari jawaban tersebut.
4. Bagaimanakah permukaan air dalam bejana berhubungan?
5. Berilah kesimpulan dari jawaban tersebut.

a

b

Sumber: *Kamus Visual*, 2004

Gambar 11.10

Skema percobaan untuk mengamati permukaan air dalam (a) gelas dan (b) bejana berhubungan.

Dari hasil percobaan sederhana pada kegiatan Ayo Coba 11.5, kamu mengetahui bahwa permukaan air selalu rata. Dalam hal ini, tidak dipengaruhi oleh bentuk permukaan dasarnya atau bentuk tabungnya, dengan syarat tempat air tersebut berhubungan. Gejala ini disebut sebagai prinsip bejana berhubungan.

Sumber: *Kamus Visual*, 2004

Gambar 11.11

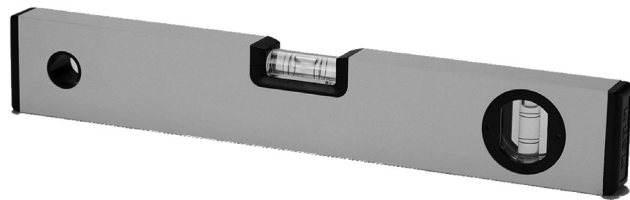
Cerek penyaring kopi

Adapun alat-alat yang menggunakan prinsip bejana berhubungan di antaranya sebagai berikut.

a. Cerek

Cerek adalah alat untuk memudahkan ketika menumpahkan air minum pada gelas. Ketika cerek dimiringkan, permukaan air di dalam cerek selalu rata sehingga memudahkan air keluar dari corong sesuai dengan kemiringannya. Oleh karena itu, kamu dapat mengatur keluarnya air dari dalam cerek.

b. Penyipat Datar

Pernahkah kamu perhatikan seorang tukang bangunan yang sedang mengukur ketinggian suatu tempat, tetapi permukaan tanahnya tidak rata atau cukup jauh? Alat apakah yang mereka gunakan? Tentu mereka tidak menggunakan mistar atau meteran untuk mengukurnya karena dengan menggunakan alat tersebut akan menyulitkan. Tukang bangunan biasanya menggunakan alat sederhana yang terbuat dari selang plastik yang diisi air. Alat itu disebut penyipat datar. Penyipat datar yang dibuat pabrik disebut *water pass*.

Gambar 11.12

Penyipat datar

Sumber: *CD Image*

Penyipat datar sederhana digunakan dengan cara menempatkan permukaan air dari satu ujung dengan tinggi yang telah ditentukan, sedangkan ujung yang lain diturun-naikkan sehingga permukaan airnya tetap. Apabila permukaan airnya sudah diam, berarti ketinggian kedua tempat tersebut sama. Mengapa demikian?

c. Sumur

Gambar 11.13

Karena adanya prinsip bejana berhubungan, air sumur selalu terisi.

Keberadaan air di dalam sumur pompa ataupun sumur tradisional disebabkan oleh berlakunya prinsip bejana berhubungan. Oleh karena itu, sumur harus berada di bawah permukaan air tanah supaya airnya tidak pernah kering. Prinsip bejana berhubungan tidak berlaku pada bejana yang pipanya sempit atau pipa kapiler.

3. Hukum Archimedes

Apabila kamu berdiri di dalam kolam renang yang sedang diisi air, semakin penuh air kolam tersebut kamu akan merasa seolah-olah badanmu semakin ringan. Bahkan apabila air kolam sudah sampai kepala, kamu dapat terapung. Prinsip ini biasa juga digunakan agar kapal laut terapung di permukaan air. Supaya kamu dapat merancang sebuah kapal laut, tentu kamu harus tahu hukum alam yang terjadi pada peristiwa tersebut.

Bagaimanakah peristiwa tersebut terjadi? Marilah kita coba lakukan kegiatan Ayo Coba 11.6 berikut.

Gambar 11.14

Seorang anak sedang berdiri di dalam kolam renang.

Ayo Coba 11.6

Tujuan

Mengidentifikasi gaya ke atas pada benda yang berada di dalam air

Alat dan bahan

Gelas ukur 1.000 mL, beberapa benda padat, air, dan neraca pegas

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Isilah gelas ukur dengan air kira-kira setengah gelas sampai pada skala yang mudah dibaca. Catat volume air tersebut.
3. Ukurlah berat benda di udara dengan neraca pegas, kemudian catat hasilnya pada bukumu.
4. Ukurlah berat benda di dalam air menggunakan neraca pegas dengan cara memasukkannya secara perlahan ke dalam air sampai bendanya tenggelam. Catat pula hasilnya.
5. Amati volume air ketika benda tersebut dimasukkan secara perlahan ke dalam air. Catat volume air ketika benda sudah tenggelam seluruhnya.
6. Kerjakan kegiatan tersebut beberapa kali dengan benda yang berbeda-beda. Gunakan tabel di bawah ini untuk mencatat semua hasil pengukuran.

No.	Jenis Benda	Volume	Berat di Udara (w_u)	Berat di dalam Air (w_a)	$w_u - w_a$
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...

Gambar 11.15

Mengukur berat benda (a) di dalam air (b) di udara.

Pertanyaan

1. Bandingkan antara berat benda di udara dan berat benda di dalam air. Bagaimanakah hasilnya? Mengapa demikian?
2. Ketika benda dimasukkan secara perlahan ke dalam air, bagaimanakah berat benda tersebut?
3. Berilah kesimpulan dari hasil pengamatanmu.

Ketika suatu benda dimasukkan ke dalam air, ternyata beratnya seolah-olah berkurang. Hal ini terlihat dari penunjukkan neraca pegas yang lebih kecil. Peristiwa ini tentu bukan berarti ada massa benda yang hilang, namun disebabkan oleh suatu gaya yang mendorong benda yang arahnya berlawanan dengan arah berat benda. Gaya apakah itu?

Seorang ahli Fisika yang bernama Archimedes mempelajari hal ini dengan cara memasukkan dirinya pada bak mandi. Ternyata, ia memperoleh hasil yang sama dengan hasil percobaanmu, yakni beratnya menjadi lebih ringan ketika di dalam air. Gaya ini disebut gaya apung atau gaya ke atas (F_A). Apabila kamu lihat hasil percobaanmu, ternyata gaya apung sama dengan berat benda di udara dikurangi dengan berat benda di dalam air.

$$F_A = w_u - w_a \qquad (11\text{–}8)$$

dengan: F_A = gaya apung atau gaya ke atas (N)
w_u = gaya berat benda di udara (N)
w_a = gaya berat benda di dalam air (N)

Besarnya gaya apung ini bergantung pada banyaknya air yang didesak oleh benda tersebut. Semakin besar air yang didesak maka semakin besar pula gaya apungnya. Hasil penemuannya dikenal dengan Hukum Archimedes yang menyatakan bahwa apabila suatu benda dicelupkan ke dalam zat cair, baik sebagian atau seluruhnya, benda akan mendapat gaya apung (gaya ke atas) yang besarnya sama dengan berat zat cair yang didesaknya (dipindahkan) oleh benda tersebut. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$F_A = w_f \qquad (11\text{–}9)$$

Karena

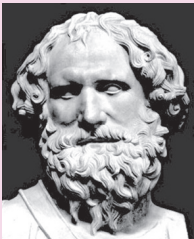
$$w_f = m_f g$$

dan

$$m_f = \rho_f V$$

maka

$$w_f = \rho_f V g \qquad (11\text{–}10)$$

dengan: F_A = gaya apung (N)
ρ_f = massa jenis zat cair (kg/m^3)

Archimedes
(287–212 SM)

Archimedes dilahirkan di kota Sirakusa, pulau Sisilia, di dekat Italia. Ia adalah seorang insinyur dan penemu terbesar pada zaman Yunani kuno.

Sumber: *www.fredsakademiet.dk; en.wikipedia.org*

V = volume zat cair yang didesak atau volume benda yang tercelup (m^3)
g = konstanta gravitasi atau percepatan gravitasi (m/s^2)

Untuk dapat memahami hukum Archimedes ini, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 11.7 berikut.

Ayo Coba 11.7

Tujuan
Memahami kondisi benda yang terapung, melayang, dan tenggelam di dalam air

Alat dan bahan
Gelas ukur 1.000 mL, telur ayam mentah, dan garam dapur

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Isilah gelas ukur dengan air sampai hampir penuh (usahakan jangan terlalu penuh sehingga apabila kamu memasukkan telur airnya tidak tumpah).
3. Masukkan telur ayam ke dalam gelas ukur berisi air tersebut. Amati yang terjadi pada telur.
4. Masukkan sedikit demi sedikit garam dapur ke dalam air sambil mengamati telur. Hentikan memasukkan garam jika kedudukan telur berubah. Catat keadaan telur tersebut.
5. Teruskan pemberian garam sampai kedudukan telur berubah lagi.

Pertanyaan
1. Setelah kamu amati, berada dalam berapa keadaankah telur tersebut?
2. Sebutkan masing-masing keadaan telur tersebut.
3. Mengapa hal itu bisa terjadi? Jelaskan untuk setiap keadaan.

Gambar 11.16
Telur yang dimasukkan ke dalam gelas ukur berisi air.

Dari hasil percobaan pada kegiatan Ayo Coba 11.7 dapat disimpulkan bahwa benda di dalam zat cair dapat berada pada tiga keadaan, yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam. Telur tenggelam menunjukkan bahwa berat telur lebih besar dari gaya ke atas yang bekerja padanya. Hal ini karena massa jenis telur lebih besar dari pada massa jenis air. Ketika garam dimasukkan ke dalam air sehingga telur melayang, massa jenis air sama dengan massa jenis telur. Jika garam ditambahkan lagi maka telur menjadi terapung, artinya massa jenis telur lebih kecil dari massa jenis air. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa besarnya massa jenis air garam lebih besar daripada air tawar. Hal inilah yang

Hal Penting
Key Point

Massa jenis benda adalah massa persatuan volume. Massa jenis benda yang terapung di permukaan air lebih kecil daripada massa jenis air.

The density of a body is its mass per unit volume. The density of an object that floats in water is lower than the density of water.

menyebabkan tubuhmu lebih mudah mengapung di atas air laut daripada di air tawar. Jadi, keadaan benda di dalam air dapat disimpulkan sebagai berikut.

a. Benda terapung jika massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair.
   $\rho_b < \rho_a$
b. Benda melayang jika massa jenis benda sama besar dengan massa jenis zat cair.
   $\rho_b = \rho_a$
c. Benda tenggelam jika massa jenis benda lebih besar dari massa jenis zat cair.
   $\rho_b > \rho_a$

Tugas 11.2

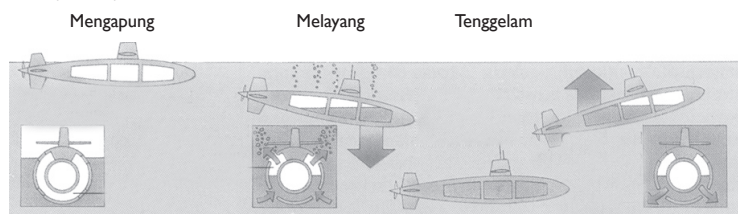
Dari keadaan tersebut coba kamu jelaskan bagaimana kapal selam dapat berada dalam tiga keadaan, terapung, tenggelam, dan melayang.

Tuhan telah menetapkan hukum alam bahwa air memiliki gaya apung yang dikenal dengan prinsip Archimedes. Beberapa teknologi yang memanfaatkan prinsip ini adalah kapal selam, balon udara, hidrometer, dan jembatan ponton.

a. Kapal Selam

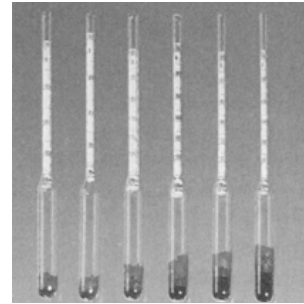
Kapal selam adalah kapal laut yang dapat berada dalam tiga keadaan, yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam. Ketiga keadaan ini dapat dicapai dengan cara mengatur banyaknya air dan udara dalam badan kapal selam.

Gambar 11.17

Kapal selam dalam keadaan mengapung, melayang, dan tenggelam.

Sumber: *Science Encyclopedia*, 1998

Pada badan kapal selam terdapat bagian yang dapat diisi udara dan air. Ketika kapal selam ingin terapung maka bagian tersebut harus berisi udara. Ketika akan melayang, udaranya dikeluarkan dan diisi dengan air sehingga mencapai keadaan melayang. Jika ingin tenggelam maka airnya harus lebih diperbanyak lagi.

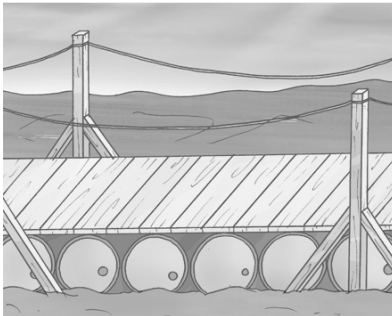
b. Hidrometer

Hidrometer adalah alat untuk mengukur massa jenis zat cair. Biasanya alat ini digunakan oleh usaha setrum accu. Untuk mengetahui bahwa air *accu* itu sudah tidak bisa digunakan maka harus diukur dengan hidrometer. Cara menggunakan alat ini adalah dengan mencelupkannya pada zat cair yang akan diukur massa jenisnya. Kemudian, dilihat skala permukaan zat cair dan nilai itulah yang merupakan nilai massa jenis dari zat cair tersebut.

Sumber: *Phywe Physics*, 2001

Gambar 11.18

Beberapa hidrometer dengan skala yang berbeda.

c. Jembatan Ponton

Gambar 11.19

Jembatan Ponton

Di pelabuhan kamu dapat melihat jembatan yang terbuat dari drum-drum besar yang mengapung di atas air. Jembatan ini disebut jembatan ponton. Drum-drum itu biasanya terbuat dari besi dan di dalamnya diisi dengan udara sehingga massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis zat cair.

d. Balon Udara

Balon udara adalah penerapan prinsip Archimedes di udara. Balon udara harus diisi dengan gas yang massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis udara atmosfer sehingga balon udara dapat terbang karena mendapat gaya ke atas, misalnya diisi udara yang dipanaskan.

Sumber: *www.ridgenet.com*

Gambar 11.20

Balon udara

Soal Penguasaan Materi 11.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Sebuah benda ditimbang di udara beratnya 50 N. Ketika benda tersebut ditimbang di dalam air, ternyata hanya 45 N. Hitunglah gaya keatas yang menekan benda.
2. Sebuah benda bervolume 2 m^3 dimasukkan ke dalam air yang massa jenisnya 1.000 kg/m^3. Apabila percepatan gravitasi di tempat itu dianggap 10 m/s^2, hitunglah gaya ke atas yang dialami benda jika:
   a. benda tercelup seluruhnya,
   b. benda tercelup setengahnya.

D. Tekanan Udara

Tuhan Yang Mahakuasa telah menciptakan langit sebagai "atap yang terpelihara" yang disebut atmosfer. Atmosfer ini diciptakan Tuhan dengan sesempurna mungkin sehingga dapat menjaga dari seluruh kemungkinan yang dapat merusak bumi yang kamu cintai ini. Misalnya, meteor-meteor yang jatuh ke bumi akan hangus terbakar digesek oleh lapisan atmosfer, angin matahari yang sangat berbahaya bagi manusia dibelokkan oleh medan magnet bumi serta radiasi ultraviolet yang juga berbahaya sebagian diserap oleh atmosfer sehingga kadarnya jadi bermanfaat bagi manusia. Dengan kata lain, atmosfer atau disebut juga udara diciptakan khusus untuk kehidupan manusia.

Atmosfer memiliki tekanan seperti halnya zat cair. Tekanan udara sangat memengaruhi cuaca. Terjadinya angin merupakan salah satu hal yang disebabkan oleh perbedaan tekanan atmosfer di dua daerah yang berdekatan. Angin bersifat meratakan tekanan udara. Semakin besar perbedaan tekanan udaranya, semakin kencang angin yang berhembus sehingga terjadi keseimbangan tekanan. Perbedaan tekanan ini dipicu oleh perbedaan suhu akibat pemanasan sinar matahari. Untuk memahaminya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 11.8 berikut.

Gambar 11.21

Skema percobaan ketika (a) gelas berisi air dan ditutup kertas yang dibalikkan, (b) labu erlenmeyer berisi air yang dipanaskan.

Ayo Coba 11.8

Tujuan
Membuktikan bahwa atmosfer memiliki tekanan

Alat dan bahan
Gelas minum, air, kertas HVS, labu *erlenmeyer*, pembakar bunsen, dan bahan karet

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Isilah gelas dengan air sampai penuh. Tutup gelas dengan selembar kertas HVS ukuran kuarto. Tahan HVS tersebut dengan telapak tangan, kemudian balikkan gelas dengan cepat (usahakan jangan tumpah). Lepaskan tangan secara perlahan. Apakah yang terjadi?
3. Sediakan labu *erlenmeyer* 250 mL, lalu isilah dengan air.
4. Panaskan labu *erlenmeyer* di atas pembakar bunsen sampai mendidih.
5. Hentikan pemanasan dengan cara mematikan pembakar bunsen.
6. Tutuplah yang kuat labu *erlenmeyer* dengan balon karet.
7. Dinginkan labu *erlenmeyer* dengan cara memasukkannya pada air dingin, lalu biarkan beberapa saat. Apakah yang terjadi?

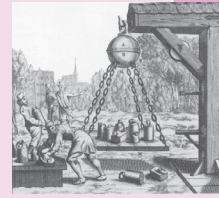
Pertanyaan
1. Ketika gelas yang berisi air dibalikkan, ternyata kertas HVS dapat menahan air di dalam gelas. Jelaskan mengapa hal itu bisa terjadi.
2. Ketika air panas dalam labu *erlenmeyer* ditutup dengan balon karet, ternyata balon tertekan ke luar. Akan tetapi, mengapa ketika labu *erlenmeyer* dimasukkan ke dalam air dingin, balon karet tertekan ke dalam dan akhirnya pecah? Jelaskan kejadian tersebut.
3. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari dua bukti tersebut.

Dua percobaan pada kegiatan Ayo Coba 11.8 membuktikan bahwa atmosfer memiliki tekanan yang tentu akan bermanfaat apabila tahu rahasianya. Tekanan atmosfer sangatlah besar, salah satu buktinya adalah dapat menahan air di dalam gelas melalui selembar kertas HVS dan dapat memecahkan balon karet ketika air di dalam labu *erlenmeyer* didinginkan yang menyebabkan tekanan di dalam labu lebih rendah dari tekanan atmosfer.

Tekanan atmosfer dapat menjaga keseimbangan tubuhmu karena dari dalam tubuh pun terdapat tekanan. Oleh karena itu, supaya tidak terjadi sesuatu yang bisa keluar dari dalam tubuh maka diseimbangkan oleh tekanan atmosfer. Inilah yang menyebabkan mengapa seorang pendaki gunung bisa keluar darah dari hidungnya apabila naik ke gunung yang sangat tinggi.

1. Ketinggian Memengaruhi Tekanan Atmosfer

Setiap zat memiliki berat, termasuk udara, namun berat udara sangatlah ringan dibandingkan dengan zat-zat yang lain. Kamu sudah mengetahui bahwa tekanan hidrostatis disebabkan oleh berat zat cair itu sendiri, begitupun halnya dengan tekanan udara. Tekanan udara (tekanan atmosfer) disebabkan oleh berat udara yang menekan lapisan atmosfer bagian bawah sampai ke ketinggian tertentu. Tekanan atmosfer dapat dimisalkan dengan tekanan zat cair. Semakin dalam suatu zat cair maka semakin besar tekanannya, begitu pula tekanan atmosfer. Mulai dari bagian atas atmosfer bumi hingga ke bawah akan semakin besar sehingga beratnya semakin besar. Dengan kata lain, semakin rendah permukaannya, semakin besar tekanan udaranya. Sebaliknya, semakin tinggi permukaan bumi akan semakin rendah tekanan udaranya. Tekanan udara dipermukaan laut sama

Informasi IPA

Pada 1654 **Otto von Guericke**, Walikota Magdeburg, Jerman, membuat demonstrasi yang menakjubkan mengenai tekanan udara. Ia membuat dua mangkuk tembaga besar yang jika ditelungkupkan satu sama lain akan membentuk bola yang di dalamnya kosong. Apabila udara di dalam bola itu dipompa keluar, udara yang menekan permukaan luar bola tembaga itu membuat kedua mangkuk saling tertangkap begitu erat sehingga tidak mungkin dipisahkan, bahkan dengan menggantungkan beban berat pada bagian bawah mangkuk sekalipun. Apabila udara dibiarkan masuk ke dalam bola sehingga tekanan udara di dalamnya normal kembali, kedua mangkuk itu pun langsung saling terlepas dengan mudah.

Sumber: *Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

dengan satu atmosfer (1 atm = 76 cmHg). Setiap kenaikan 100 m, tekanan udara berkurang sebesar 1 cmHg. Berikut ini data hasil perhitungan tekanan udara berdasarkan ketinggiannya.

Tabel 11.1 Tekanan Udara pada Berbagai Ketinggian

No.	Ketinggian (m)	Tekanan (cmHg)
1	7.000	6
2	5.000	26
3	3.000	46
4	1.000	66
5	500	71
6	Di permukaan laut	76

Tugas 11.3

1. Amati Tabel 11.1, dari manakah patokan ketinggian permukaan bumi?
2. Coba kamu ubah satuan tekanan dari tabel di atas ke dalam satuan atmosfer?
3. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari tabel tersebut?

2. Alat Ukur Tekanan

Bagaimanakah cara mengukur tekanan seperti didapatkan pada Tabel 11.1? Apakah alat ukur yang digunakan? Pada abad ke-17 seorang ilmuwan berkebangsaan Italia bernama Evangelista Torricelli (1608–1647) mencoba mengukur tekanan udara. Karena keuletannya, dia berhasil melakukan percobaan untuk membuktikan tekanan udara dengan memperkenalkan alat pengukur tekanan yang disebut barometer pertama yang sangat sederhana. Alatnya hanya menggunakan sebuah pipa kaca yang panjangnya 1 meter dengan salah satu ujungnya tertutup dan raksa. Torricelli melakukan percobaan di daerah pantai pada ketinggian permukaan laut. Caranya, pipa kaca diisi dengan air raksa sampai penuh, kemudian pipa yang terbuka tersebut dimasukkan ke dalam bejana berisi raksa, seperti terlihat pada Gambar 11.22.

Gambar 11.22
Percobaan Torricelli

Hasil percobaannya menunjukkan bahwa raksa yang berada di dalam pipa akan turun sampai 24 cm sehingga tinggi raksa yang berada di dalam pipa menjadi 76 cm. Lalu, Torricelli mengubah-ubah kemiringan pipa dan ternyata tinggi raksa tidak berubah. Dia menyimpulkan bahwa tekanan di permukaan laut itu sebesar 76 cmHg atau disebut

1 atmosfer. Untuk mengukur tekanan atmosfer di daerah tertentu pun cara yang digunakan adalah sama, yaitu hanya dengan melihat ketinggian raksa di dalam pipa Torricelli yang ditempatkan di daerah tersebut. Dengan demikian, tekanan atmosfer di daerah itu dapat diketahui.

Contoh Soal 11.3

Satuan tekanan dalam SI adalah Pascal (Pa) atau (N/m^2). Jika massa jenis raksa 13.600 kg/m^3, percepatan gravitasi di tempat itu 9,8 m/s^2, dan 1 atmosfer sama dengan tinggi raksa 76 cm, berapa Pascalkah satu atmosfer itu?

Penyelesaian:

Diketahui: ρ = 13.600 kg/m^3
g = 9,8 m/s^2
h = 76 cm = 0,76 m

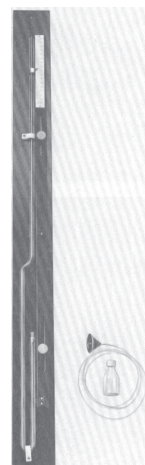
Ditanyakan: 1 atm = ... Pa

Jawab: $p = \rho g h$
= (13.600 kg/m^3)(9,8 m/s^2)(0,76 m)
= 101,292,8 N/m^2
= 101,293 kN/m^2
= 101,293 kPa

Pada Tabel 11.1, tekanan udara di permukaan laut dibulatkan menjadi 101,3 kPa. Jadi, 1 atm = 101,3 kPa = $1,01 \times 10^5$ Pa

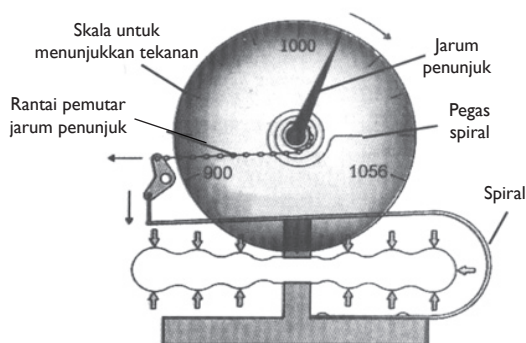
Alat untuk mengukur tekanan udara disebut Barometer. Barometer banyak jenisnya, salah satunya sudah dibahas di atas, yaitu Barometer Torricelli. Barometer Torricelli tentu tidak praktis karena kamu harus membawa alat yang tingginya 1 meter dengan raksa yang sangat berbahaya apabila uapnya terisap olehmu. Hal ini disebabkan massa jenis uap raksa sangat berat sehingga apabila terisap ke paru-paru sulit untuk keluar lagi. Oleh sebab itu, para ahli berusaha membuat alat pengukur tekanan udara yang praktis, di antaranya adalah sebagai berikut.

a. Barometer Fortin

Barometer raksa disebut barometer Fortin karena yang pertama membuatnya adalah seorang ahli Fisika berkebangsaan Prancis Nicolas Fortin walaupun yang kali pertama menemukannya Torricelli. Barometer ini dapat mengukur dengan teliti karena dilengkapi dengan skala nonius atau skala vernier seperti halnya dalam jangka sorong. Ketelitian alat ukur ini mencapai 0,01 cmHg. Barometer ini cukup panjang seperti halnya barometer Torricelli sehingga sulit untuk dibawa-bawa.

Gambar 11.23
Barometer Fortin

b. Barometer Logam

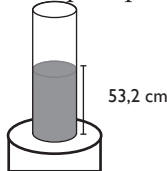
Barometer logam disebut barometer aneroid. Barometer ini banyak digunakan di Badan Meteorologi dan Geofisika untuk memperkirakan cuaca dengan mengukur tekanan udaranya. Barometer logam biasa juga disebut barometer kering.

Barometer logam lebih praktis untuk dibawa-bawa dan skalanya mudah dibaca karena berbentuk lingkaran. Bagian utama dari barometer ini adalah sebuah kotak logam kecil berisi udara dengan tekanan yang sangat rendah. Permukaan kotak dibuat bergelombang agar lebih mudah melentur di bagian tengahnya. Jika tekanan bertambah, bagian atas dan bawah kotak mengempis sehingga menekan kotak logam yang berisi udara. Akibatnya, tekanannya naik dan akan menggerakkan tuas yang menarik rantai kiri sehingga jarum penunjuk barometer akan menyimpang ke kanan dengan menunjukkan angka tertentu.

Gambar 11.24

Cara kerja barometer logam

Soal Penguasaan Materi 11.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Seseorang mengukur tekanan udara suatu daerah di ketinggian tertentu dengan menggunakan cara Torricelli. Hasilnya diperlihatkan seperti pada gambar.

   a. Hitunglah tekanan pada ketinggian tersebut dalam cmHg.
   b. Berapa atmosferkah tekanan pada ketinggian tersebut?
   c. Dengan melihat Tabel 11.1, perkirakanlah ketinggian tempat tersebut dari permukaan laut.
   d. Berapakah tekanan tersebut jika dinyatakan dalam satuan pascal?

2. Dapatkah kamu mengukur tekanan udara seperti yang Torriceli lakukan, tetapi dengan menggunakan air? Jika dapat, bagaimana caranya? Perkirakan berapa ketinggian air di permukaan laut.
3. Berdasarkan data hasil pengukuran tekanan bahwa pada ketinggian 9 km tekanan udaranya sekitar 30,8 kPa, sedangkan pada ketinggian 12 km tekanan udaranya sekitar 19,4 kPa. Menurutmu, pada ketinggian berapakah suatu tempat memiliki tekanan sekitar 25,1 km? Jelaskan pendapatmu.
4. Mengapa angin di sekitar pantai sangat besar? Apakah yang menyebabkan terjadinya angin ini? Apakah manfaat tekanan udara pada peristiwa ini?

Rangkuman

- Besar tekanan bergantung pada gaya dan luas bidang tekannya.

$$p = \frac{F}{A}$$

- Tekanan hidrostatis adalah tekanan yang terjadi pada zat cair yang diam.
- Tekanan hidrostatis sebanding dengan massa jenis, percepatan gravitasi, dan zat cair.

$$p = \rho gh$$

- Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang dikerjakan pada zat cair di ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama rata. Alat yang memanfaatkan prinsip Pascal adalah pompa hidrolik.
- Prinsip bejana berhubungan menyatakan bahwa permukaan air selalu rata jika berada pada tempat yang berhubungan, misalnya pada cerek, penyipat datar, dan sumur.
- Hukum Archimedes menyatakan bahwa apabila suatu benda dicelupkan ke dalam zat cair baik sebagian atau seluruhnya, benda akan mendapatkan gaya apung yang besarnya sama dengan berat benda zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.

$$F_A = \rho_f V g$$

Beberapa teknologi yang memanfaatkan prinsip Archimedes adalah kapal selam, kapal laut, balon udara, hidrometer, dan jembatan ponton.
- Tekanan pada udara dipengaruhi oleh ketinggian.
- Alat untuk mengukur tekanan udara disebut barometer. Barometer terdiri atas barometer Torriceli, barometer Fortin atau barometer raksa, dan barometer logam atau barometer aneroid.

Refleksi

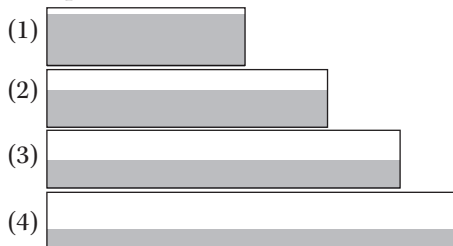
Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Tekanan dengan tuntas. Bagaimana menurut kamu, menarik atau tidak? Jika kamu dapat memahami apa yang disampaikan dalam bab ini, tentu akan memacu kamu untuk belajar lebih. Masih banyak hal yang belum diungkapkan pada bab ini tentang tekanan. Inginkah kamu mempelajarinya lebih dalam?

Banyak penerapan yang didasarkan pada hukum-hukum yang berkaitan dengan tekanan. Beberapa di antaranya adalah balon udara, galangan kapal, kempa hidrolik, alat pengangkat mobil, dan sebagainya. Tahukah kamu prinsip-prinsip yang mendasari alat-alat tersebut?

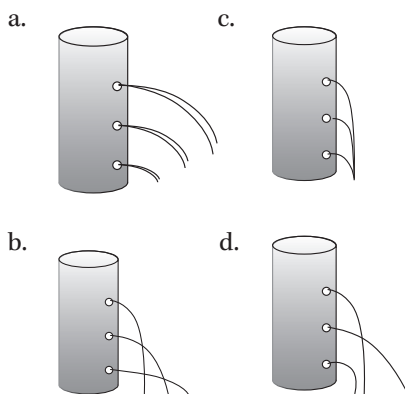
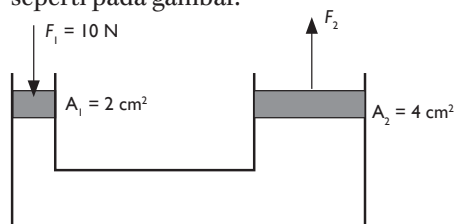
Tes Kompetensi Bab 11

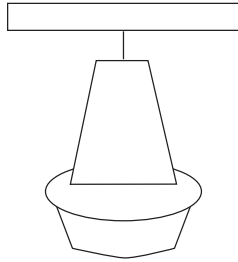
Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Para penyelam tradisional yang menyelam di lautan banyak terganggu pendengarannya. Hal ini disebabkan karena ....
   a. tekanan udara di dalam zat cair
   b. tekanan hidrostatis air
   c. gaya angkat air
   d. tekanan atmosfer
2. Gambar berikut adalah zat cair dalam sebuah wadah. Tekanan yang paling besar terdapat di ....

   a. 1 c. 3
   b. 2 d. 4
3. Sebuah tabung diisi penuh dengan air. Jika tabung diberi 3 lubang, gambar yang benar adalah ....

   a. c.

   b. d.

4. Tekanan 10 Pa sama dengan ....
   a. 10 atm c. 10 bar
   b. 10 N/m^2 d. 10 cm Hg
5. Sebuah dongkrak hidrolik dengan skema seperti pada gambar.

   Dari data yang tertera pada gambar, kita dapat memperoleh gaya F_2 sebesar ....
   a. 20 N c. 40 N
   b. 25 N d. 75 N
6. Kegunaan dari pompa hidrolik adalah ....
   a. mengangkat barang berat
   b. memompa air
   c. memeras biji-bijan
   d. memotong barang berat
7. Terjadinya sumur artesis merupakan salah satu konsep ....
   a. kapilaritas
   b. bejana berhubungan
   c. Hukum Archimedes
   d. Hukum Pascal
8. Sebuah benda ditimbang di udara beratnya 50 N. Setelah ditimbang di dalam air beratnya menjadi 30 N. Benda tersebut mendapat gaya angkat sebesar ....
   a. 50 N c. 20 N
   b. 30 N d. 10 N
9. Kapal laut dapat terapung di permukaan air. Hal ini disebabkan ....
   a. massa jenis bahan pembuat kapal lebih kecil daripada massa jenis air
   b. massa jenis seluruh kapal lebih kecil daripada massa jenis air
   c. massa jenis bahan pembuat kapal lebih besar daripada massa jenis air
   d. massa jenis bahan pembuat kapal sama dengan massa jenis air

10. Prinsip kerja tempat minuman ayam di bawah ini adalah ....

    a. adanya tekanan zat cair
    b. adanya gaya tekan ke atas
    c. adanya tekanan atmosfer
    d. adanya hukum bejana berhubungan

11. Alat yang prinsip kerjanya berdasarkan Hukum Pascal adalah ....
    a. alat pengangkat mobil
    b. galangan kapal
    c. balon udara
    d. kapal selam

12. Hukum bejana berhubungan tidak berlaku jika ....
    a. bentuk bejana berbeda
    b. jumlah bejana lebih dari dua
    c. luas penampang bejana tidak sama
    d. dalam bejana terdapat pipa kapiler

13. Tekanan yang diberikan pada zat akan diteruskan ke segala arah oleh zat cair itu sama besar. Pernyataan tersebut dinamakan ....
    a. Hukum Boyle
    b. Hukum Archimedes
    c. Hukum Pascal
    d. Hukum Newton

14. Apabila suatu benda tenggelam di dalam air, berarti ....
    a. benda tersebut berat
    b. benda tersebut ringan
    c. massa jenis benda lebih besar 1 kg/m^3
    d. massa jenis benda lebih kecil dari 1 kg/m^3

15. Tinggi suatu daerah adalah 300 m dari permukaan air laut. Tekanan atmosfer di tempat tersebut adalah ....
    a. 73 cmHg
    b. 72 cmHg
    c. 80 cmHg
    d. 79 cmHg

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Mengapa alat-alat untuk memotong harus runcing dan tajam? Jelaskan konsep apa yang digunakan pada alat tersebut.
2. Mengapa air sumur terus berisi air? Dari manakah air tersebut? Jelaskan dengan konsep bejana berhubungan.
3. Sebuah benda ditimbang di udara beratnya 100 N. Setelah ditimbang di dalam air, beratnya menjadi 80 N. Apakah berat benda ada yang hilang? Jelaskan. Hitung gaya apung yang bekerja pada benda tersebut.
4. Mengapa jika pendaki gunung yang mendaki di ketinggian yang terlalu tinggi, hidungnya bisa berdarah? Jelaskan pendapatmu.
5. Jika tekanan gas di dalam ruang tertutup 2 atm pada volume 10 cm^3 ditekan sehingga volumenya menjadi 2 cm^3. Hitung tekanan yang terjadi akibat volumenya mengecil.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Apa yang kamu pahami tentang tekanan 1 atm atau 76 cmHg? Berdasarkan pemahaman tersebut, hitung ketinggian suatu tempat yang memiliki tekanan 60 cmHg.

Bab 12

Sumber: *woodencreations.us*

Getaran dan Gelombang

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep dan penerapan getaran, gelombang, dan optika dalam produk teknologi sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

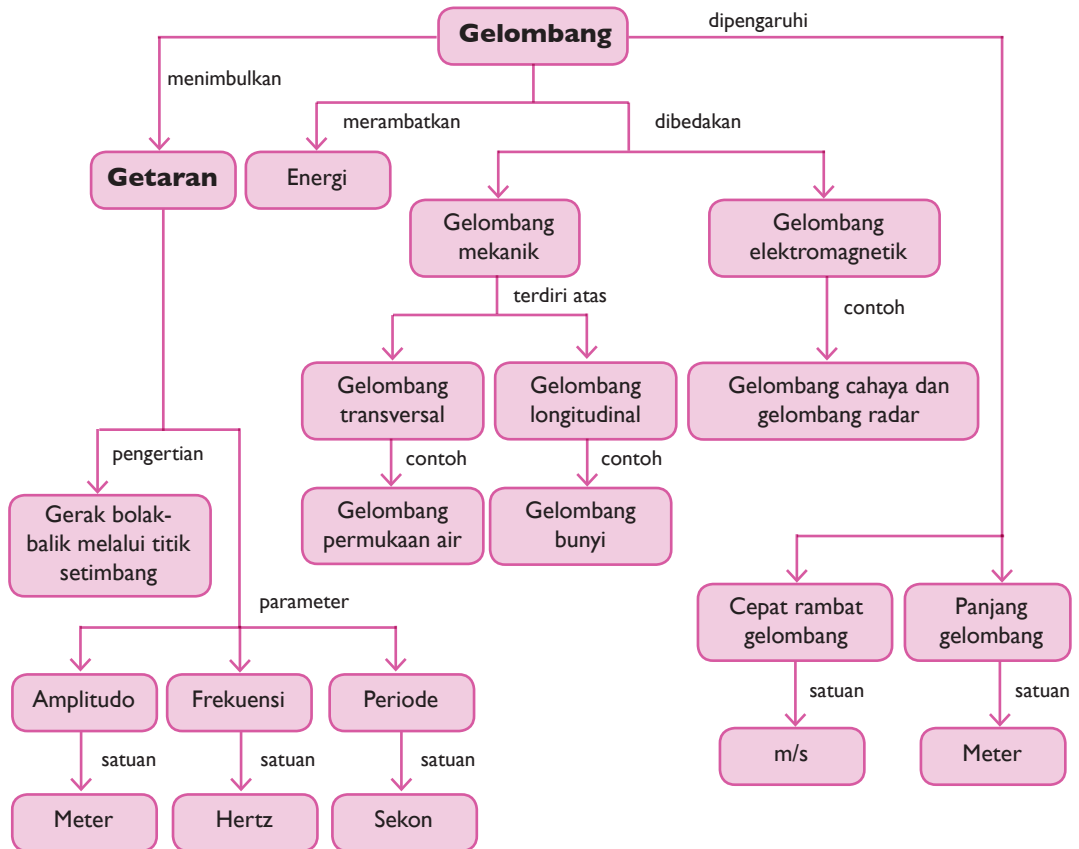
mendeskripsikan konsep getaran dan gelombang serta parameter-parameternya.

Gejala getaran banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Getaran bandul jam dinding, senar gitar yang dipetik, dan pita suara yang bergetar hingga menimbulkan bunyi, merupakan beberapa contoh benda yang melakukan getaran. Apakah yang dimaksud dengan getaran? Apakah ciri-ciri suatu benda mengalami getaran?

Pada bab ini akan dipelajari pengertian getaran dan ciri-ciri suatu getaran, pengertian gelombang, jenis gelombang, dan besaran yang berkaitan. Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu memahami konsep getaran dan prinsip dasar teori gelombang untuk selanjutnya mempelajari fenomena bunyi yang erat dalam kehidupan sehari-hari.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

- **Gelombang**
  - menimbulkan → **Getaran**
    - pengertian → Gerak bolak-balik melalui titik setimbang
    - parameter → Amplitudo — satuan → Meter
    - parameter → Frekuensi — satuan → Hertz
    - parameter → Periode — satuan → Sekon
  - merambatkan → Energi
  - dibedakan → Gelombang mekanik
    - terdiri atas → Gelombang transversal — contoh → Gelombang permukaan air
    - terdiri atas → Gelombang longitudinal — contoh → Gelombang bunyi
  - dibedakan → Gelombang elektromagnetik
    - contoh → Gelombang cahaya dan gelombang radar
  - dipengaruhi → Cepat rambat gelombang — satuan → m/s
  - dipengaruhi → Panjang gelombang — satuan → Meter

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apakah getaran itu?
2. Apabila kita jalan-jalan dipantai kita akan melihat gelombang air laut bergulung-gulung menuju pantai? Apakah yang dirambatkan gelombang itu?

A. Pengertian Getaran

Pernahkah kamu melihat jam dinding yang memakai bandul? Jarum jam tersebut bergerak akibat adanya gerak bolak-balik bandul. Gerakan bandul itu disebut getaran. Marilah kita selidiki apa sebenarnya getaran itu.

Gambar 12.1

Jam dinding berbandul

Ayo Coba 12.1

Tujuan

Mengamati gerak bolak-balik

Alat dan bahan

Beban bandul dan tali.

Cara kerja

1. Buatlah bandul sederhana dari sebuah beban yang digantungkan pada seutas tali seperti terlihat pada Gambar 12.2.
2. Biarkanlah bandul tergantung bebas. Pada keadaan itu, bandul berada dalam keadaan setimbang.
3. Tariklah bandul ke kiri atau ke kanan, lalu lepaskan. Biarkan bandul berayun.

Pertanyaan

1. Pada saat gaya tarik kamu lepaskan, apakah bandul bergerak bolak-balik?
2. Apakah gerakan bandul tersebut melalui titik setimbang?
3. Bagaimanakah gerakan bandul jika telah melewati titik setimbang?

Gambar 12.2

Bandul sederhana

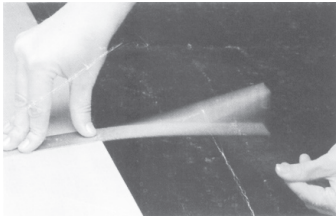
Sesaat setelah gaya tarik kamu lepaskan, bandul bergerak bolak-balik melalui titik setimbang. Gerak seperti ini disebut getaran. Untuk lebih memahami konsep getaran, lakukan kegiatan Ayo Coba 12.2 berikut.

Ayo Coba 12.2

Tujuan

Memahami konsep getaran

Alat dan bahan

Penggaris plastik 30 cm yang elastis dan meja.

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

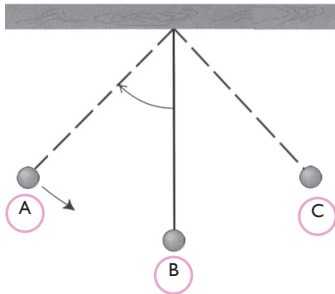
Gambar 12.3

Penggaris plastik yang dijepit dan digetarkan di atas meja.

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Letakkan penggaris di atas meja, lalu jepitlah dengan tangan kiri seperti terlihat pada Gambar 12.3.
3. Getarkan penggaris tersebut dengan menekan ujung penggaris lalu lepaskan.
4. Amati yang terjadi pada penggaris tersebut.

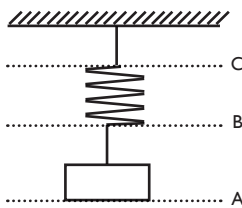
Pertanyaan

1. Pada saat penggaris digetarkan, apakah penggaris bergerak bolak-balik melalui titik setimbang?
2. Apakah penggaris dapat dikatakan bergetar? Jelaskan.

Gambar 12.4

Gerakan bandul sederhana

Jadi, getaran adalah gerak bolak-balik melalui titik setimbang. Satu getaran didefinisikan sebagai satu kali bergetar penuh, yaitu dari titik awal kembali ke titik tersebut. Perhatikan Gambar 12.4. Satu kali getaran adalah ketika benda bergerak dari titik A-B-C-B-A atau dari titik B-C-B-A-B. Bandul tidak pernah melewati lebih dari titik A atau titik C karena titik tersebut merupakan simpangan terjauh. Simpangan terjauh itu disebut amplitudo. Di titik A atau titik C benda akan berhenti sesaat sebelum kembali bergerak. Contoh amplitudo adalah jarak BA atau jarak BC. Jarak dari titik setimbang pada suatu saat disebut simpangan.

Soal Penguasaan Materi 12.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

Dari gambar disamping, titik mana saja yang akan dilalui untuk menunjukkan satu kali getaran?

B. Ciri-Ciri Suatu Getaran

Getaran merupakan jenis gerak yang mudah kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari, baik gerak alamiah maupun buatan manusia. Semua getaran memiliki ciri-ciri tertentu. Apa ciri-ciri getaran itu? Untuk menjawabnya, coba kamu pelajari getaran pada pegas melalui kegiatan Ayo Coba 12.3 berikut.

Ayo Coba 12.3

Tujuan
Mengidentifikasi ciri-ciri suatu getaran

Alat dan bahan
Pegas spiral, statif, *stopwatch*, penggaris, dan beban gantung.

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan
2. Gantungkan salah satu ujung pegas pada statif, kemudian gantungkan beban pada ujung yang lain seperti pada Gambar 12.5.
3. Tariklah beban beberapa sentimeter, kemudian lepaskan. Apakah yang terjadi?
4. Bersamaan dengan itu, catat waktu yang diperlukan untuk menempuh 10 kali getaran dengan *stopwatch*. Catatlah hasil pengamatanmu pada tabel.

No.	Amplitudo	Waktu 10 Kali Getaran (Sekon)	Waktu 1 Kali Getaran (Sekon)
1	2 cm	...	...
2	3 cm	...	...
3	4 cm	...	...
4	5 cm	...	...
5	6 cm	...	...

5. Lakukanlah kembali kegiatan tersebut sampai 5 kali dengan simpangan yang berbeda-beda.

Pertanyaan
1. Jika titik setimbang kamu beri nama A, titik terjauh atas dengan nama B, dan titik terjauh bawah dengan nama C, kemudian beban mulai bergetar dari titik C, melalui titik-titik manakah terjadi satu getaran penuh?
2. Jarak manakah yang disebut amplitudo?
3. Bagaimanakah kecenderungan besar waktu yang dibutuhkan untuk satu kali getaran pada tabel tersebut?
4. Apakah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu kali getaran dipengaruhi oleh amplitudo?

Gambar 12.5

Beban yang digantung pada pegas (a) sebelum ditarik dan (b) setelah ditarik.

Waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu kali getaran disebut periode getar yang dilambangkan dengan (T). Banyaknya getaran dalam satu sekon disebut frekuensi (f). Suatu getaran akan bergerak dengan frekuensi alamiah sendiri.

Hubungan frekuensi dan periode secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$T = \frac{1}{f} \qquad (12–1)$$

dengan: T = periode (s)
f = banyaknya getaran per sekon (Hz)

Informasi

Agar menjadi tinggi, ayunan harus didorong pada permulaan setiap gerakan ayun. Frekuensi dorongan haruslah sebanding dengan frekuensi gerakan ayun. Memberikan dorongan dengan irama selain itu akan melambatkan gerakan ayun itu.

Sumber: *falak.blogsome.com; Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

Satuan periode adalah sekon dan satuan frekuensi adalah getaran per sekon atau disebut juga dengan hertz (Hz), untuk menghormati seorang fisikawan Jerman yang berjasa di bidang gelombang, Hendrich Rudolf Hertz. Jadi, satu hertz sama dengan satu getaran per sekon.

Ilmuwan IPA

Hendrich R Hertz
(1857–1894)

Hendrich R Hertz dilahirkan di Hamburg, Jerman. Dia membuka jalan bagi perkembangan konsep getaran hingga radio, televisi, dan perkembangan perangkat elektronika. Dia menunjukkan bahwa gelombang cahaya dan gelombang elektromagnet adalah identik.

Sumber: *www.nrao.edu; en.wikipedia.org*

Contoh Soal 12.1

Pada suatu pegas tergantung sebuah beban yang bergetar 50 kali dalam waktu 10 sekon. Hitunglah besar

a. frekuensi getaran
b. periode getaran

Penyelesaian:

Diketahui pegas bergetar 50 kali dalam 10 sekon.

Ditanyakan:

a. f
b. T

Jawab:

a. Frekuensi adalah banyaknya getaran tiap sekon, maka banyaknya getaran dalam 1 sekon.

$$f = \frac{50 \text{ getaran}}{10 \text{ sekon}} = 5 \text{ getaran/sekon}$$

Jadi, frekuensi getarannya adalah 5 hertz.

b. Periode getaran adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu kali getaran.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0{,}2 \text{ sekon}$$

Jadi, periode getarannya adalah 0,2 sekon.

Soal Penguasaan Materi 12.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jika suatu ayunan sederhana bergetar sebanyak 60 kali dalam waktu 15 sekon, tentukan
   a. frekuensi ayunan,
   b. periode ayunan.
2. Satu getaran dalam suatu ayunan yang amplitudonya 2 cm memerlukan waktu 0,1 sekon.
   a. Hitunglah periode untuk simpangan maksimum 5 cm.
   b. Hitunglah frekuensi untuk amplitudo 4 cm.

C. Pengertian Gelombang

Pernahkah kamu pergi ke pantai? Tentu sangat menyenangkan, bukan? Demikian indahnya ciptaan Tuhan. Di pantai kamu bisa melihat ombak. Ombak tersebut terlihat bergelombang dari tengah menuju pantai dan semakin lama semakin kecil, lalu akhirnya menerpa pesisir pantai. Jadi, apa sebenarnya ombak itu?

Ketika kamu mengikuti upacara pengibaran bendera di sekolahmu, kamu melihat bendera berkibar diterpa angin. Pernahkah kamu memerhatikan bagaimana gerak bendera tersebut?

Peristiwa ombak laut ataupun berkibarnya bendera merupakan contoh dari gelombang. Jadi, apa sebenarnya gelombang itu? Untuk menjawabnya, lakukan kegiatan Ayo Coba 12.4 berikut.

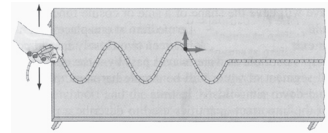
Pada saat kamu menggerakkan tali ke atas dan ke bawah, dikatakan bahwa kamu memberikan usikan pada tali. Jika

Ayo Coba 12.4

Tujuan
Mengamati gelombang pada tali

Alat dan bahan
Seutas tali yang panjangnya 3 meter

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Peganglah ujung tali yang satu olehmu dan ujung tali yang lain oleh temanmu.
3. Berilah usikan pada ujung tali ke atas dan ke bawah. Perhatikan apa yang terjadi pada tali tersebut.

Pertanyaan
1. Ke arah manakah kamu menggetarkan tali?
2. Apakah yang terjadi pada tali?
3. Apakah yang dimaksud dengan gelombang? Buatlah kesimpulan dari hasil kegiatanmu.

Gambar 12.6

Seutas tali yang diberikan usikan ke atas dan ke bawah.

usikan itu dilakukan terus menerus, akan terjadi getaran. Setelah memberi usikan atau getaran, kamu akan melihat ada sesuatu yang merambat pada tali. Sesuatu itu disebut gelombang. Jadi, gelombang adalah getaran yang merambat atau usikan yang merambat.

Soal Penguasaan Materi 12.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa yang dimaksud dengan gelombang?
2. Carilah beberapa contoh penerapan konsep gelombang dalam kehidupan sehari-hari.

D. Gelombang Mekanik Memerlukan Medium untuk Merambat

Gelombang merupakan salah satu konsep Fisika yang sangat penting untuk dipelajari karena banyak sekali gejala alam yang menggunakan prinsip gelombang. Sebagai makhluk yang paling pandai, manusia memiliki kewajiban untuk selalu mempelajari gejala alam ciptaan Tuhan untuk mengambil manfaat bagi kehidupan manusia. Kamu dapat berkomunikasi dengan orang lain sebagian besar dengan memanfaatkan gelombang suara atau gelombang bunyi. Kamu dapat mendengarkan radio atau menonton televisi karena adanya gelombang radio.

Berdasarkan medium perambatnya, gelombang dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik adalah gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium, misalnya gelombang tali, gelombang air, dan gelombang bunyi. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat tanpa medium, misalnya gelombang radio, gelombang cahaya, dan gelombang radar.

Dari kedua jenis gelombang tersebut, yang akan kamu pelajari adalah gelombang mekanik. Apakah yang dirambatkan oleh gelombang tersebut? Untuk mengetahuinya, lakukan kegiatan Ayo Coba 12.5 berikut.

Ayo Coba 12.5

Tujuan

Menyelidiki sesuatu yang dirambatkan gelombang

Alat dan bahan

Seutas tali dengan panjang 3 m dan karet gelang.

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Ikatkan karet gelang pada tali kira-kira pada jarak 0,5 meter.
3. Peganglah salah satu ujungnya olehmu dan ujung yang lain oleh temanmu, kemudian getarkan tali ke atas dan ke bawah.
4. Amati yang terjadi pada karet gelang yang diikatkan tadi.

Pertanyaan

1. Pada saat kamu getarkan, apakah karet gelang bergerak bersama gelombang?
2. Apakah bagian tali ikut berpindah merambat bersama gelombang?

Gambar 12.7

Karet gelang bergerak mengikuti gerak tali.

3. Apa yang dirambatkan oleh gelombang?
4. Mintalah temanmu untuk menggetar-getarkan tali tersebut dengan cepat. Apakah kamu merasakan sesuatu?
5. Jadi, gelombang memiliki sesuatu yang dapat melakukan usaha terhadap tanganmu. Apakah sesuatu itu?

Pada saat kamu menggetarkan tali, gelombang akan merambat pada tali ke arah temanmu, tetapi karet gelang yang diikatkan pada tali tidak ikut merambat bersama gelombang. Jika demikian, bagian-bagian tali tidak ikut merambat bersama gelombang. Jadi apakah yang dirambatkan oleh gelombang? Jika kamu meminta temanmu untuk menggetarkan salah satu ujung tali, kamu akan merasakan sesuatu pada temanmu akibat merambatnya gelombang tersebut. Tentu kamu masih ingat pelajaran pada bab terdahulu bahwa sesuatu yang memiliki kemampuan untuk melakukan usaha disebut energi. Jadi, yang dirambatkan oleh gelombang adalah energi.

Berdasarkan arah perambatannya, gelombang mekanik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

Informasi IPA

Ombak yang besar akan merambatkan energi yang besar pula. Para peselancar menggunakan energi tersebut untuk mempercepat dan mengemudikan papan selancarnya.

Sumber: *handaru.light19.com; Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

1. Gelombang Transversal

Untuk membahas gelombang transversal, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 12.6 berikut.

Ayo Coba 12.6

Tujuan
Mengamati gelombang transversal pada slinki

Alat dan bahan
Slinki (alat penunjuk gelombang yang terbuat dari pegas spiral).

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Letakkan slinki di atas lantai dan mintalah temanmu untuk memegang salah satu ujung slinki.
3. Berilah getaran pada slinki beberapa kali ke arah samping.
4. Amati arah rambat gelombangnya.

Pertanyaan
1. Ke arah manakah kamu memberikan getaran pada slinki?
2. Ke manakah arah rambat gelombang?
3. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang tegak lurus?

Gambar 12.8

Slinki yang digerakkan ke samping atau tegak lurus dengan arah panjangnya.

Pada saat kamu menggetarkan slinki ke arah samping, ternyata arah rambat gelombangnya ke depan, tegak lurus arah rambatnya. Gelombang seperti ini disebut gelombang transversal. Jadi, gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatannya.

Contoh lain dari gelombang transversal adalah gelombang pada permukaan air, dan semua gelombang elektromagnetik, seperti gelombang cahaya, gelombang radio, ataupun gelombang radar.

Sumber: *www.lowastormwater.org*

Gambar 12.9

Gelombang permukaan air menyebar ke segala arah.

Perhatikan Gambar 12.9. Sumber getaran untuk gelombang air berada pada tempat batu jatuh sehingga gelombang menyebar ke segala arah. Dari gambar tersebut tampak bahwa semakin jauh dari sumber, gelombang semakin kecil. Hal tersebut disebabkan energi yang dirambatkan semakin berkurang.

2. Gelombang Longitudinal

Gelombang transversal merupakan gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatan. Bagaimanakah arah getar pada gelombang longitudinal? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 12.7 berikut.

Ayo Coba 12.7

Tujuan

Memahami definisi gelombang longitudinal

Alat dan bahan

Slinki

Cara kerja

1. Sediakan slinki yang sama dengan percobaan sebelumnya.
2. Letakkan slinki di atas lantai yang licin dan minta temanmu memegang salah satu ujungnya.
3. Getarkan slinki searah panjang slinki dengan cara memberikan dorongan pada slinki.
4. Amati gelombang yang terjadi pada slinki.

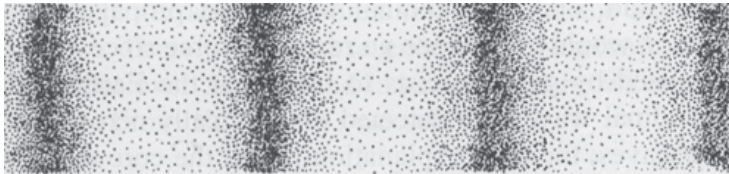
Pertanyaan

1. Pada saat kamu mendorong slinki searah panjangnya, ke arah manakah getaran slinki?
2. Ke manakah arah rambat gelombangnya? Apakah arah rambat gelombang tersebut searah dengan arah getarnya? Mengapa?

Gambar 12.10

Slinki digerakkan searah dengan panjangnya.

Pada saat kamu mendorong slinki searah dengan panjangnya, gelombang akan merambat ke arah temanmu berbentuk rapatan dan renggangan. Jika kamu perhatikan, arah rambat dan arah getarnya ternyata searah. Gelombang seperti itu disebut gelombang longitudinal. Jadi, gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambatannya.

Gelombang bunyi dan gelombang pada gas yang ditempatkan di dalam tabung tertutup merupakan contoh gelombang longitudinal. Pernahkah kamu memompa ban sepeda atau menggunakan alat suntik mainan? Pada saat kamu menggunakan pompa, kamu mendorong atau menekan alat tersebut. Partikel-partikel gas dalam pompa membentuk pola rapatan dan renggangan sehingga mendorong udara keluar. Perhatikan Gambar 12.11.

Gambar 12.11

Gelombang longitudinal pada gas membentuk pola rapatan dan renggangan.

Soal Penguasaan Materi 12.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan perbedaan antara gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
2. Tuliskan pembagian gelombang berdasarkan medium perambatnya. Berikan contoh.

E. Panjang Gelombang

Kamu sudah mengetahui bahwa pola gelombang transversal berbentuk bukit dan lembah gelombang, sedangkan pola gelombang longitudinal berbentuk rapatan dan renggangan. Panjang satu bukit dan satu lembah atau satu rapatan dan satu renggangan didefinisikan sebagai panjang satu gelombang.

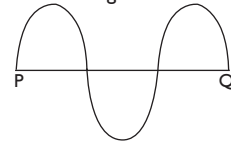
Pada pembahasan tentang getaran kamu sudah mengetahui tentang periode getaran. Besaran tersebut identik dengan periode gelombang. Periode gelombang adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu panjang gelombang. Jadi, satu gelombang dapat didefinisikan sebagai yang ditempuh panjang satu periode. Panjang gelombang dilambangkan dengan λ (dibaca lamda). Satuan panjang gelombang dalam SI adalah meter (m).

Marilah kita pelajari panjang gelombang transversal dan panjang gelombang longitudinal.

1. Panjang Gelombang Transversal

Jika kamu menggerakkan slinki tegak lurus dengan arah panjangnya, terbentuklah bukit dan lembah gelombang. Pola tersebut adalah pola gelombang transversal. Perhatikan Gambar 12.12. Bukit gelombang adalah lengkungan a-b-c sedangkan lembah gelombang adalah lengkungan c-d-e. Titik b disebut puncak gelombang dan titik d disebut dasar

Pembahasan UN

Perhatikan gambar.

Jika jarak PQ = 45 m, panjang gelombang sesuai gambar tersebut adalah ....
(UN 2007)

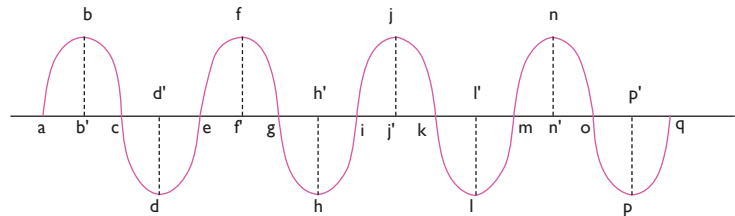
a. 15,0 m
b. 22,5 m
c. 30,0 m
d. 45,0 m

Jawaban (c)

Jarak dari P ke Q menunjukkan $\frac{3}{2}$ gelombang. Jadi, panjang gelombangnya adalah

$$\frac{3}{2}\lambda = 45 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{2 \times 45 \text{ m}}{3} = 30 \text{ m}$$

gelombang. Kedua titik ini disebut juga perut gelombang. Adapun titik a, c, atau e disebut simpul gelombang. Satu panjang gelombang transversal terdiri atas satu bukit dan satu lembah gelombang. Jadi, satu gelombang adalah lengkungan a-b-c-d-e atau b-c-d-e-f. Satu gelombang sama dengan jarak dari a ke e atau jarak b ke f.

Gambar 12.12

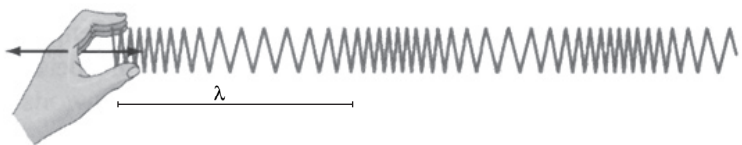
Bukit, lembah, perut, dan simpul gelombang.

Amplitudo gelombang adalah jarak b-b' atau jarak d-d'. Kamu dapat menyebutkan panjang gelombang yang lain, yaitu jarak f-j atau jarak i-m. Pada Gambar 12.12 terdiri atas 4 gelombang.

2. Panjang Gelombang Longitudinal

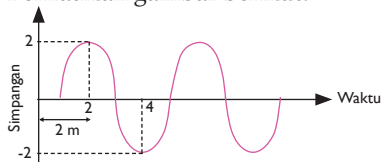
Jika kamu menggerakkan slinki searah dengan panjangnya dengan cara mendorong dan menariknya, akan terbentuk pola-pola gelombang seperti Gambar 12.13.

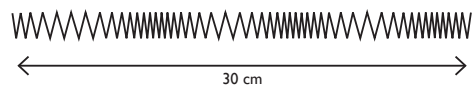
Gambar 12.13

Gelombang longitudinal pada slinki.

Satu panjang gelombang adalah jarak antara satu rapatan dan satu renggangan atau jarak dari ujung renggangan sampai ke ujung renggangan berikutnya.

Soal Penguasaan Materi 12.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Perhatikan gambar berikut.

   Berdasarkan gambar tersebut, jawablah pertanyaan berikut.
   a. Terdapat berapa gelombangkah pada gambar tersebut?
   b. Berapakah panjang gelombangnya?
   c. Berapakah periodenya?
   d. Berapakah amplitudo gelombang?

2. Pola gelombang longitudinal digambarkan pada gambar berikut.

   Berdasarkan gambar tersebut, jawablah pertanyaan berikut.
   a. Ada berapa gelombang pada pola gelombang tersebut?
   b. Berapakah panjang gelombangnya?
   c. Berapakah panjang gelombang satu periode?

F. Cepat Rambat Gelombang

Gelombang yang merambat dari ujung satu ke ujung yang lain memiliki kecepatan tertentu, dengan menempuh jarak tertentu dalam waktu tertentu pula. Dengan demikian, secara matematis, hal itu dituliskan sebagai berikut.

$$v = \frac{s}{t}$$

Karena jarak yang ditempuh dalam satu periode ($t = T$) adalah sama dengan satu gelombang ($s = \lambda$) maka:

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$$

dengan: v = cepat rambat gelombang (m/s)
T = periode gelombang (s)
λ = panjang gelombang (m)

Hal Penting
Key Point

Gelombang adalah perambatan gangguan/usikan dari suatu sumber dimana terjadi transfer energi dari sumber tersebut ke ruang sekitarnya. Sumber gelombang adalah getaran atau osilasi. Persamaan kecepatan gelombang diberikan oleh $v = f.\lambda$

A wave is the movement of a disturbance from a source which transfer energy from the source to places around it. The source of any wave is a vibration or oscillation. The wave velocity equation is given by $v = f.\lambda$

Contoh Soal 12.2

Pada seutas tali merambat gelombang dengan frekuensi 10 Hz. Jika jarak yang ditempuh dalam satu periode adalah 20 cm, tentukan cepat rambat gelombang tali tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui : perambatan gelombang pada tali dengan
f = 10 Hz
λ = 20 cm = 0,2 m

Ditanyakan : cepat rambat gelombang (v)

Jawab:

$$v = f\lambda = (10 \text{ Hz})(0{,}2 \text{ m}) = 2 \text{ m/s}$$

Jadi, cepat rambat gelombang tali tersebut adalah 2 m/s.

Contoh Soal 12.3

Permukaan air merambat dengan panjang gelombang 2 m. Jika waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu gelombang adalah 0,5 s, tentukan:

a. cepat rambat gelombang,
b. frekuensi gelombang.

Penyelesaian:

Diketahui : perambatan gelombang pada air dengan
λ = 2 m
T = 0,5 s

Ditanyakan : a. Cepat rambat gelombang (v) dan
b. frekuensi (f)

Jawab:

a. $v = \frac{\lambda}{T}$

$= \frac{2 \text{ m}}{0{,}5 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$

Jadi, cepat rambat gelombangnya adalah 4 m/s.

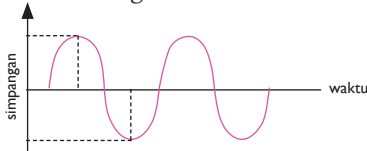
b. $f = \frac{1}{T}$

$= \frac{1}{0{,}5 \text{ s}} = 2 \text{ H}$

Jadi, frekuensi gelombang adalah 2 Hz.

Soal Penguasaan Materi 12.6

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Dalam waktu 4 sekon terjadi satu gelombang. Jika jarak antara dua bukit yang berdekatan adalah 10 cm, tentukan cepat rambat gelombangnya.
2. Perhatikan gambar berikut.

Satu gelombang merambat 20 kali getaran dalam 2 sekon. Berdasarkan gambar tersebut, tentukan:

a. panjang gelombang,
b. periode,
c. frekuensi,
d. cepat rambat gelombang, dan
e. amplitudo.

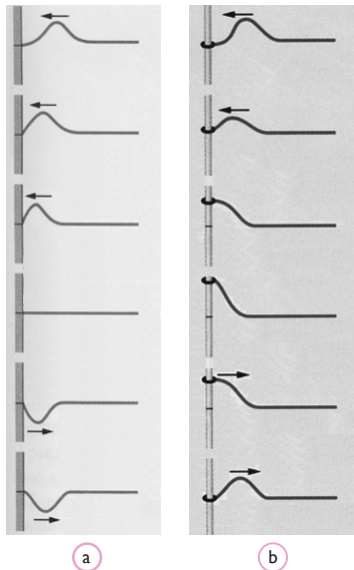
G. Pemantulan Gelombang

Pada saat kamu berteriak di lereng sebuah bukit, kamu akan mendengar suaramu kembali setelah beberapa saat. Hal ini membuktikan bahwa bunyi dapat dipantulkan. Bunyi merupakan salah satu contoh gelombang mekanik.

Untuk lebih memahami pemantulan gelombang pada tali, kerjakanlah Tugas 12.1, kemudian diskusikan dengan teman-teman dan guru Fisikamu.

Tugas 12.1

1. Pada saat tali diberi usikan, gelombang akan merambat ke arah temanmu. Setelah sampai di tangan temanmu, apakah ada gelombang yang kembali?
2. Membuktikan apakah hal itu?

Berdasarkan uraian sebelumnya dan dari hasil diskusimu, dapat disimpulkan bahwa salah satu sifat gelombang adalah dapat dipantulkan. Dalam kehidupan sehari-hari, kamu sering melihat pemantulan gelombang air kolam oleh dinding kolam, ataupun gelombang ombak laut oleh pinggir pantai. Dapat diterimanya gelombang radio dari stasiun pemancar yang sedemikian jauh juga menunjukkan bahwa gelombang radio dapat dipantulkan atmosfer bumi. Untuk mempelajari pemantulan gelombang, perhatikan Gambar 12.14.

Sumber: Physics for Scientists and Engineers, *2002*

Gambar 12.14

Pemantulan gelombang transversal pada tali dengan (a) ujung tali diikat dan (b) ujung tali bebas.

Sebuah gelombang merambat pada tali, jika ujung tali diikat pada suatu penopang (Gambar 12.14 a), gelombang yang mencapai ujung tetap tersebut memberikan gaya ke atas pada penopang. Penopang memberikan gaya yang sama tetapi berlawanan arah ke bawah pada tali. Gaya ke bawah pada tali inilah yang membangkitkan gelombang pantulan yang terbalik. Pada Gambar 12.14 b, ujung yang bebas tidak ditahan oleh sebuh penopang. Gelombang cenderung melampaui batas. Ujung yang melampaui batas memberikan tarikan ke atas pada tali dan inilah yang membangkitan gelombang pantulan yang tidak terbalik.

Soal Penguasaan Materi 12.7

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa yang dimaksud dengan pemantulan?
2. Apakah pemantulan gelombang yang terjadi ada kaitannya dengan hukum Snellius?

Rangkuman

- Getaran adalah gerak bolak-balik melalui titik setimbang.
- Satu getaran adalah satu kali bergetar penuh.
- Simpangan adalah jarak penyimpangan dari titik setimbang pada saat tertentu.
- Amplitudo adalah simpangan terjauh atau jarak dari titik setimbang ke titik terjauh.
- Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu kali getaran.
- Frekuensi adalah banyaknya getaran dalam satu sekon.
- Satuan frekuensi adalah hertz (Hz).
- Hubungan periode dengan frekuensi adalah

$$T = \frac{1}{f}$$

- Periode suatu getaran tidak dipengaruhi oleh amplitudo.
- Gelombang adalah usikan atau getaran yang merambat.
- Dalam perambatannya, gelombang membawa energi.
- Berdasarkan arah getarnya, gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
- Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatannya.
- Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar (searah) dengan arah rambatannya.
- Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibedakan menjadi gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.
- Gelombang mekanik adalah gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium.
- Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat dalam medium dan tanpa medium.
- Satu panjang gelombang transversal adalah jarak satu bukit dan satu lembah yang berdekatan.
- Satu panjang gelombang longitudinal adalah jarak antara satu rapatan dan satu renggangan yang berdekatan.
- Frekuensi gelombang adalah banyaknya gelombang dalam satu sekon.
- Cepat rambat gelombang adalah jarak satu gelombang tiap periode. Secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

- Salah satu sifat gelombang adalah dapat dipantulkan.

Refleksi

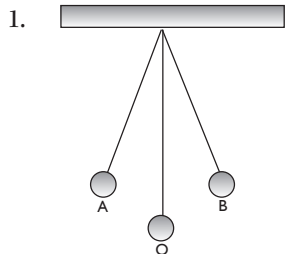
Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Getaran dan Gelombang. Sangat menarik, bukan? Pemahaman kamu tentang getaran dan gelombang akan sangat bermanfaat untuk memperdalam pengetahuanmu berkenaan perkembangan IPTEK saat ini. Sebagian besar teknologi yang dapat kamu nikmati saat ini tidak lepas dari andil para ilmuwan yang memperlajari konsep getaran dan gelombang. Dapatkah kamu menyebutkan teknologi di sekitarmu yang merupakan penerapan getaran dan gelombang?

Kini ingat kembali seluruh materi bab ini. Adakah yang tidak kamu mengerti? Sebelum kamu tanyakan kepada gurumu, ayo diskusikan dahulu bersama temanmu. Lengkapi diskusi kalian dengan literatur dari buku, koran, majalah, dan internet.

Tes Kompetensi Bab 12

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

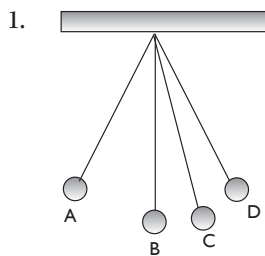
1.

   Satu periode adalah waktu yang diperlukan bandul untuk bergerak dari titik ....
   a. A – O
   b. A – O – B – O
   c. O – A – O – B
   d. A – O – B – O – A
2. Sebuah getaran menghasilkan frekuensi 50 Hz. Periode getarannya adalah ....
   a. 0,5 sekon
   b. 0,2 sekon
   c. 0,02 sekon
   d. 0,05 sekon
3. Sebuah bandul sederhana bergetar 50 kali dalam waktu 5 sekon. Frekuensi getaran tersebut adalah ....
   a. 5 Hz c. 25 Hz
   b. 10 Hz d. 50 Hz
4. Dua buah ayunan A dan B memiliki panjang tali yang sama. Jika ayunan pertama digetarkan dengan simpangan empat kali ayunan kedua, maka ....
   a. periode A = 4 periode B
   b. periode A = ¼ kali periode B
   c. periode A = periode B
   d. periode A = 2 kali periode B
5. Pentil sebuah ban sepeda berputar dalam waktu 2 sekon untuk sekali putaran. Hal ini berarti frekuensi putarannya adalah ....
   a. 4 Hz c. 1 Hz
   b. 2 Hz d. 0.5 Hz
6. Dua buah simpul terdekat pada suatu gelombang akan membentuk ....
   a. ½ gelombang
   b. 1 gelombang
   c. ¼ gelombang
   d. 2 gelombang
7. Jarak yang ditempuh dalam satu periode disebut ....
   a. frekuensi gelombang
   b. periode gelombang
   c. cepat rambat gelombang
   d. panjang gelombang
8. Jarak antara dua buah bukit gelombang terdekat adalah ....
   a. 1 ½ panjang gelombang
   b. 1 panjang gelombang
   c. 1 ¼ panjang gelombang
   d. 2 panjang gelombang
9. Frekuensi sebuah gelombang adalah 400 Hz dan panjang gelombangnya 25 cm, maka cepat rambat gelombang tersebut adalah ....
   a. 1.600 m/s c. 400 m/s
   b. 1.000 m/s d. 100 m/s
10. Pada saat kita menjatuhkan batu ke kolam yang tenang, kita akan melihat riak merambat ke pinggir kolam lalu kembali lagi. Hal ini menunjukkan gejala ....
    a. pembelokan gelombang
    b. pemantulan gelombang
    c. pembiasaan gelombang
    d. perpaduan gelombang
11. Suatu pegas melakukan 150 getaran dalam waktu 0,5 menit. Frekuensi getaran pegas adalah ....
    a. 300 Hz c. 30 Hz
    b. 75 Hz d. 5 Hz
12. Pada permukaan air yang dijatuhkan batu, akan terbentuk riak gelombang. Jenis gelombang yang terbentuk adalah ....

a. gelombang elektromagnetik
b. gelombang berdiri
c. gelombang transversal
d. gelombang longitudinal

13. Satu lembah ditambah satu bukit gelombang sama dengan ....
a. ¼ λ   c. ½ λ
b. 3/4 λ   d. λ

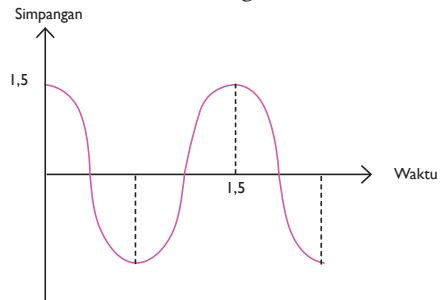
14. Salah satu peristiwa yang menunjukkan bahwa gelombang dapat dipantulkan adalah ....
a. siaran radio diterima di mana-mana
b. penyerapan cahaya matahari oleh atmosfer
c. terbentuknya ombak laut
d. terjadi gempa bumi

15. Frekuensi sebuah gelombang adalah 400 Hz dan panjang gelombang adalah 50 cm. Cepat rambat gelombang tersebut adalah ....
a. 1.600 m/s
b. 400 m/s
c. 800 m/s
d. 200 m/s

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Berdasarkan gambar ayunan di atas, jelaskan pengertian mengenai:
a. simpangan,
b. amplitudo,
c. jarak satu periode, dan
d. satu getaran.

2. Sebuah benda bergetar sebanyak 100 kali dalam 10 sekon. Hitunglah:
a. frekuensi getaran,
b. periode getaran.

3. Apakah yang disebut gelombang? Apakah perbedaannya dengan getaran?

4. Perhatikan gambar berikut. Gelombang terbentuk dalam selang 1,5 sekon.

Berdasarkan gambar tersebut, tentukan:
a. panjang gelombang,
b. frekuensi gelombang,
c. periode, dan
d. cepat rambat gelombang.

5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan:
a. gelombang transversal,
b. gelombang longitudinal,
c. gelombang mekanik, dan
d. gelombang elektromagnetik.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Getaran dan gelombang adalah dua hal yang berbeda, tetapi saling berkaitan. Jelaskan secara rinci perbedaan keduanya.

Bab 13

Sumber: *www.fas.nus.edu.sg*

Bunyi

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep dan penerapan getaran, gelombang, dan optika dalam produk teknologi sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan konsep bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

Pada bab sebelummya kamu telah mempelajari getaran dan gelombang. Gelombang adalah gangguan yang merambat pada medium tertentu atau tanpa medium.

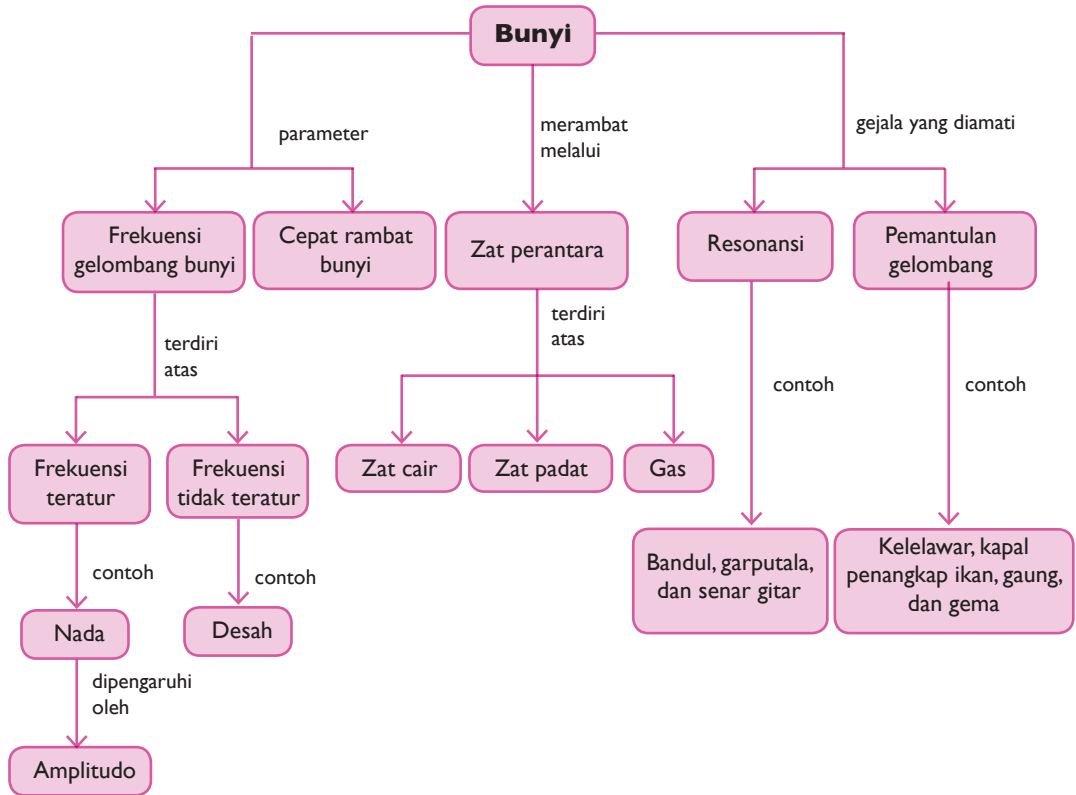
Gelombang yang merambat pada frekuensi tertentu akan menggetarkan gendang telingamu, lalu memberikan informasi ke otak sebagai suara atau bunyi tertentu. Gelombang bunyi termasuk ke dalam gelombang longitudinal karena perambatannya membentuk pola rapatan dan renggangan. Gelombang bunyi membutuhkan medium dalam perambatannya.

Pada bab ini, kamu akan mempelajari pengertian bunyi dan hal-hal yang berkaitan dengan bunyi. Bunyi yang teratur menghasilkan nada yang enak didengar, sedangkan bunyi yang tidak teratur menghasilkan suara yang bising.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Bunyi

- parameter
  - Frekuensi gelombang bunyi
    - terdiri atas
      - Frekuensi teratur
        - contoh: Nada
          - dipengaruhi oleh: Amplitudo
      - Frekuensi tidak teratur
        - contoh: Desah
  - Cepat rambat bunyi
- merambat melalui
  - Zat perantara
    - terdiri atas
      - Zat cair
      - Zat padat
      - Gas
- gejala yang diamati
  - Resonansi
    - contoh: Bandul, garputala, dan senar gitar
  - Pemantulan gelombang
    - contoh: Kelelawar, kapal penangkap ikan, gaung, dan gema

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apabila kita pegang kerongkongan kita pada waktu berbicara kita akan merasakan adanya getaran, membuktikan apakah itu?
2. Apabila kita berteriak di bulan, orang yang berada di dekat kita tidak akan mendengar apa-apa, membuktikan apakah hal itu?
3. Pada suatu tikungan kita mendengarkan rel kereta api, ketika itu kita mendengar suara gemuruh kereta api mendekat, tetapi ketika dilihat keretanya belum nampak, membuktikan apakah kejadian tersebut?

A. Pengertian Bunyi

Tuhan telah menciptakan telinga sebagai alat untuk mendengar. Setiap saat kamu bisa mendengar bunyi orang berbicara, suara nyanyian, suara musik, suara binatang, suara lonceng, dan sebagainya. Oleh karena itu, kamu wajib mensyukuri nikmat Tuhan yang telah dilimpahkan kepadamu. Dapatkah kamu bayangkan jika kamu tidak memiliki alat pendengaran? Salah satu cara mensyukurinya adalah dengan mempelajari gejala alam, khususnya tentang bunyi. Apakah yang disebut dengan bunyi? Bagaimanakah bunyi merambat? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 13.1 berikut.

Hal Penting
Key Point

Bunyi adalah bentuk energi yang merambat dalam bentuk gelombang longitudinal.

Sound is a form of energy that comes in the form of longitudinal waves.

Ayo Coba 13.1

Tujuan
Mengamati getaran sebagai sumber bunyi

Alat dan bahan
Gitar dan gendang.

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Petiklah gitar dan sentuhlah senarnya perlahan-lahan pada saat mengeluarkan bunyi.
3. Letakkan sobekan kertas pada gendang, lalu pukullah gendang tersebut.
4. Peganglah tenggorokanmu pada saat berbicara.

Pertanyaan
1. Pada saat senar dipetik, apa yang kamu rasakan?
2. Pada saat gendang berbunyi, apa yang terjadi pada kertas?
3. Pada saat kamu berbicara, apa yang terasa di tenggorokanmu?
4. Apakah sumber bunyi itu?

Berdasarkan kegiatan Ayo Coba 13.1, pada saat memetik gitar, memukul gendang, dan memegang tenggorokan ketika kamu bicara, kamu merasakan adanya getaran. Akan tetapi, jika benda-benda itu sudah tidak bergetar, bunyi pun akan hilang. Jadi, dapat disimpulkan bahwa sumber bunyi adalah getaran.

Kamu sudah mengetahui bahwa bunyi merupakan gelombang. Bunyi merambat ke segala arah, melalui udara sekitarnya. Kamu dapat mendengar suara lonceng pada jarak tertentu karena lonceng menggetarkan udara di sekitarnya sehingga udara pun ikut bergetar. Perambatan getaran membentuk pola rapatan dan renggangan.

Pola rapatan dan renggangan ini menggetarkan udara di dekatnya dan menjalar ke segala arah. Ketika getaran udara sampai di gendang telingamu maka informasi akan disampaikan ke otak. Hal itulah yang menyebabkan kamu dapat mendengar bunyi.

Masih ingatkah kamu tentang gelombang? Berdasarkan arah getarnya, gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Termasuk gelombang apakah bunyi itu? Oleh karena dalam perambatannya gelombang bunyi membentuk pola rapatan dan renggangan, gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal.

1. Bunyi Merambat Melalui Zat Antara

Tahukah kamu bahwa Bulan merupakan daerah hampa udara? Mengapa demikian? Oleh karena di sana tidak ada atmosfer, apakah di Bulan bunyi dapat didengar? Untuk menjawabnya, marilah kamu perhatikan hasil percobaan yang telah dilakukan berikut.

Alat pada Gambar 13.2 adalah sebuah wadah yang udara di dalamnya dapat dipompa keluar. Di dalam wadah terdapat bel listrik yang dapat dikendalikan dari luar. Pada awal percobaan, wadah berisi udara. Percobaan dilakukan dengan cara membunyikan bel listrik terus menerus disertai dengan penyedotan udara dari wadah tersebut keluar sehingga udara dalam wadah sedikit demi sedikit menjadi hampa.

Sumber: *Physics for You*, 2001

Gambar 13.1

Sebuah alat yang membuktikan bahwa bunyi merambat melalui medium.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa bunyi bel semakin lama semakin lemah seiring dengan semakin sedikitnya udara di dalam wadah. Pada akhirnya, bunyi bel listrik tidak dapat terdengar ketika udara dalam wadah sudah terpompa seluruhnya atau di dalam wadah sudah menjadi hampa udara. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari hasil percobaan tersebut?

Kegiatan tersebut membuktikan bahwa gelombang bunyi hanya dapat merambat jika ada udara. Selain dapat merambat dalam udara (zat gas), gelombang bunyi juga dapat merambat melalui zat padat dan zat cair. Jadi, dapat disimpulkan bahwa gelombang bunyi merambat melalui zat antara atau medium.

2. Cepat Rambat Bunyi

Jika kamu memukul batu di dalam air, kamu akan mendengar suara pukulan tersebut. Demikian juga, ikan yang berenang di dalam kolam yang jernih, kamu tentu akan beranggapan ikan-ikan tersebut tidak bersuara. Akan tetapi, jika kamu menyelam ke dalam air, kamu akan mendengar suara kibasan ekor dan sirip ikan tersebut. Hal ini membuktikan bahwa bunyi dapat merambat di dalam zat cair.

Gambar 13.2

Suara pukulan terdengar di dalam air.

Dengan bantuan alat seismograf, para ahli gempa dapat mendeteksi getaran gempa bumi. Getaran lebih kuat jika jaraknya lebih dekat pada sumber getar. Dari contoh-contoh tersebut, kamu dapat menyimpulkan bahwa bunyi yang terdengar bergantung pada jarak antara sumber bunyi dan pendengar. Jarak yang ditempuh bunyi tiap satuan waktu disebut cepat rambat bunyi (v). Secara matematis, hal itu dituliskan sebagai berikut.

$$v = \frac{s}{t} \qquad (13\text{–}1)$$

dengan : v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s),
s = jarak yang ditempuh (m),
t = waktu tempuh (s).

Oleh Karena bunyi merupakan suatu bentuk gelombang, dapat dituliskan:

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda \qquad (13\text{–}2)$$

dengan : T = periode bunyi (s),
λ = panjang gelombang bunyi(m),

Dengan menggunakan Persamaan (13–1) dan Persamaan (13–2) kamu dapat menghitung cepat rambat bunyi pada suatu tempat atau menentukan jarak suatu peristiwa jika cepat rambat bunyi diketahui.

Contoh Soal 13.1

Setelah terjadi kilat, 10 sekon kemudian terdengar suaranya. Jika kecepatan bunyi di tempat itu 340 m/s, berapakah jarak pendengar ke sumber bunyi?

Penyelesaian:

Diketahui: t = 10 sekon,
v = 340 m/s.

Ditanyakan: jarak pendengar ke sumber bunyi (s)

Jawab: $s = vt$
s = (340 m/s)(10 s) = 3.400 meter

Jadi, jarak pendengar ke sumber bunyi adalah 3.400 meter.

Pembahasan UN

Seorang anak berteriak ke dalam sumur yang kosong, selang waktu 0,2 s dia mendengar bunyi pantulnya. Jika dasar sumur ke arah tersebut 32 m, cepat rambat bunyi saat itu adalah ....
(UN 2007)

a. 160 m/s
b. 320 m/s
c. 550 m/s
d. 1.500 m/s

Jawaban (b)

Diketahui:
t = 0,2 s
$s = 2 \times 32$ m = 64 m

$$v = \frac{s}{t} = \frac{64 \text{ m}}{0{,}2 \text{ s}} = 320 \text{ m/s}$$

Contoh Soal 13.2

Gelombang bunyi merambat di udara dengan kecepatan 300 m/s. Jika panjang gelombangnya 25 cm, berapakah frekuensi gelombang tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: v = 300 m/s

λ = 25 cm = 0,25 m

Ditanyakan: frekuensi gelombang (f)

Jawab: $v = \lambda f$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{300 \text{ m/s}}{0{,}25 \text{ m}}$$

$$= 1.200 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi gelombang tersebut adalah 1.200 Hz.

Gambar 13.3

Perambatan bunyi pada rel kereta api akan lebih cepat daripada melalui udara.

Pernahkah kamu mendengarkan bunyi rel kereta api pada saat kereta api mau lewat? Jika pernah, kalian harus berhati-hati. Ketika kereta api akan tiba, terdengar suara gemuruh dari kereta, walaupun keretanya belum terlihat. Suara kereta yang belum kelihatan juga dapat kamu dengar melalui rel kereta api. Seperti terlihat pada Gambar 13.3.

Hal ini membuktikan bahwa cepat rambat bunyi di udara berbeda dengan cepat rambat bunyi pada rel kereta api (zat padat). Manakah yang lebih cepat? Bunyi yang merambat melalui rel kereta api (yang merupakan zat padat) lebih cepat dibandingkan dengan bunyi yang merambat melalui udara. Mengapa demikian?

Suatu eksperimen yang telah dilakukan oleh para ahli membuktikan bahwa sebuah bunyi nyaring membutuhkan waktu lima sekon untuk sampai ke telinga kamu melalui udara. Jika bunyi tersebut merambat melalui air, ternyata lebih cepat dan hanya membutuhkan waktu empat sekon. Jika bunyi tersebut melalui besi, ternyata hanya membutuhkan tiga sekon, atau satu sekon lebih cepat daripada dalam zat cair. Hal ini membuktikan bahwa di dalam medium yang berbeda, cepat rambat bunyi akan berbeda pula. Kecepatan rambat gelombang bunyi pada beberapa medium disajikan dalam Tabel 13.1 berikut.

Hal Penting

Key Point

Bunyi dihasilkan dari sumber getaran dalam suatu medium.

Sound is produced by any vibrating source placed in a medium.

Tabel 13.1 Cepat Rambat Bunyi pada Beberapa Material pada Suhu 20°C dan Tekanan 1 atm

No.	Material	Kecepatan (m/s)
1	Udara	343
2	Udara (10°C)	331
3	Helium	1.005
4	Hidrogen	1.300
5	Air	1.440
6	Air laut	1.560
7	Besi dan baja	5.000
8	Gelas	4.500
9	Aluminium	5.100
10	Kayu kertas	4.000

Sumber: *Physics for Scientist and Engineers*, 2000

Gambar 13.4

Telepon mainan yang terbuat dari kaleng bekas ketika dimainkan oleh dua orang anak.

Zat padat merambatkan bunyi lebih cepat daripada zat cair dan zat cair lebih cepat merambatkan bunyi daripada gas. Kamu bisa bermain-main untuk membuktikannya dengan membuat telepon mainan, seperti pada kegiatan berikut.

Tugas 13.1

1. Sediakan dua kaleng bekas dan benang yang cukup besar, lebih baik jika kamu gunakan kawat halus.
2. Lubangi bagian tengah kedua kaleng tersebut sebesar benang atau kawat yang digunakan.
3. Ajaklah temanmu, kemudian rentangkan kawat tersebut. Lakukan pembicaraan dengan temanmu, seperti pada Gambar 13.4.
4. Apakah yang dapat kamu rasakan? Mengapa demikian?
5. Analisislah hasil percobaan tersebut di dalam buku tugasmu, kemudian diskusikan dengan teman-teman dan guru Fisikamu.

3. Frekuensi Gelombang Bunyi

Kamu pasti pernah terganggu oleh suara nyamuk. Pada saat akan tidur, suara itu kadang-kadang nyaring di dekat telingamu. Pada bagian tubuh nyamuk yang manakah yang menjadi sumber bunyi? Sayap nyamuk bergetar sangat cepat sehingga menimbulkan bunyi. Sayap nyamuk dapat bergetar kurang lebih 1.000 kali setiap sekon sehingga menghasilkan suara yang unik. Jadi, setiap sekon terjadi 1.000 kali gelombang bunyi merambat di udara. Banyaknya gelombang bunyi setiap sekon disebut frekuensi. Berapakah frekuensi sayap nyamuk tersebut?

Untuk mengetahui hubungan antara frekuensi dan nyaringnya bunyi, lakukan kegiatan Ayo Coba 13.2 berikut.

Ayo Coba 13.2

Tujuan
Mengetahui hubungan antara frekuensi dan nyaringnya bunyi

Alat dan bahan
Dua buah garputala

Sumber: *Jendela Iptek: Gaya dan Gerak*, 1997

Gambar 13.5

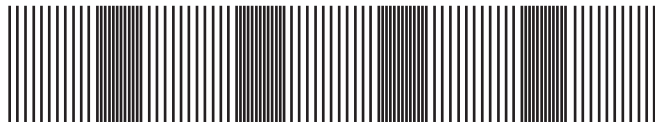
Sebuah garputala menghasilkan frekuensi tertentu.

Cara kerja

1. Sediakan dua buah garputala yang frekuensinya berbeda.
2. Pukullah ujung garputala, lalu tekan gagangnya pada mejamu. Dengarkan bunyi yang dihasilkannya.
3. Pukullah ujung garputala yang lain, seperti pada langkah sebelumnya, lalu dengarkan bunyi yang terjadi.

Pertanyaan

1. Apakah yang kamu dengar ketika garputala dipukul?
2. Bagaimanakah bunyi garputala jika frekuensinya semakin besar?

Semakin besar frekuensi gelombang bunyi, berarti, semakin banyak pola rapatan dan renggangan. Sehingga bunyinya akan terdengar semakin nyaring (nadanya lebih tinggi). Gambar 13.5 memperlihatkan pola rapatan dan renggangan untuk dua frekuensi yang berbeda.

b

Gambar 13.6

Perambatan gelombang bunyi pada (a) frekuensi tinggi dan (b) frekuensi rendah.

Apakah telinga manusia dapat mendengarkan semua frekuensi bunyi? Untuk menjawabnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 13.3 berikut.

Ayo Coba 13.3

Tujuan

Mengamati gelombang bunyi pada penggaris

Alat dan bahan

Penggaris plastik dan meja

Cara kerja

1. Sediakan penggaris plastik, kemudian letakkan di tepi meja.
2. Jepitlah penggaris tersebut dengan tangan kirimu.
3. Getarkan penggaris tersebut dengan tangan kananmu.
4. Apakah kamu dapat mendengar suara getaran penggaris?

Pertanyaan

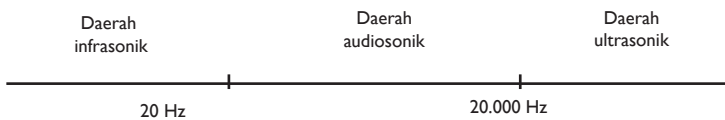
Kamu telah mengetahui bahwa sumber bunyi adalah benda yang bergetar. Apakah pada percobaan tersebut getaran penggaris menghasilkan bunyi?

Tuhan telah menciptakan telingamu dengan sempurna. Dengan telinga ini, kamu dapat mendengar bunyi pada rentang frekuensi tertentu. Coba kamu bayangkan jika kamu

dapat mendengar bunyi pada seluruh rentang frekuensi, tentunya hidupmu akan merasa terganggu dan tidak nyaman. Mengapa demikian? Jika kamu dapat mendengar semua rentang frekuensi, kamu tidak akan pernah beristirahat dengan tenang karena getaran-getaran rendah dari binatang tertentu atau getaran-getaran tinggi sekalipun akan terdengar.

Berdasarkan hasil penelitian, pendengaran telinga manusia normal berada pada frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz. Daerah ini disebut daerah audiosonik. Frekuensi di bawah 20 Hz disebut daerah infrasonik, sedangkan daerah di atas frekuensi 20.000 Hz disebut daerah ultrasonik.

Gambar 13.7

Frekuensi yang dapat didengar oleh manusia antara 20 Hz–20.000 Hz.

Daerah infrasonik tidak dapat didengar oleh manusia, tetapi hanya binatang-binatang tertentu saja yang dapat mendengarnya. Ilustrasi daerah frekuensi yang dapat didengar oleh berbagai makhluk diperlihatkan pada Gambar 13.9.

Gambar 13.9 memperlihatkan daerah frekuensi yang dapat dipancarkan dan diterima oleh berbagai makhluk di dunia ini. Binatang yang dapat mendengar suara infrasonik adalah anjing, sedangkan binatang yang dapat mendengar suara ultrasonik, antara lain lumba-lumba, burung robin, anjing, kucing, dan kelelawar.

Gambar 13.8

Grafik yang menunjukkan beberapa daerah frekuensi.

Manusia hanya mampu memancarkan gelombang bunyi dalam daerah yang sempit, yaitu sekitar 85 Hz sampai 1.100 Hz. Beberapa binatang tertentu dapat memancarkan gelombang bunyi dengan frekuensi yang tinggi (ultrasonik), di antaranya ikan lumba-lumba, kelelawar, dan jangkrik. Anjing memiliki pendengaran yang sangat peka terhadap frekuensi bunyi. Dia dapat mendengar bunyi dari daerah infrasonik sampai daerah ultrasonik. Inilah yang menyebabkan anjing sering dimanfaatkan manusia sebagai penjaga.

Soal Penguasaan Materi 13.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Termasuk gelombang apakah bunyi?
2. Jelaskan perambatan bunyi dari sumber bunyi sampai ke telingamu.
3. Tuliskan beberapa contoh sumber gelombang bunyi.
4. Sebuah kapal selam memancarkan gelombang bunyi yang diterima oleh kapal selam lain 2 sekon kemudian. Jika kecepatan bunyi di dalam air laut adalah 1.400 m/s, berapakah jarak kedua kapal selam tersebut?

B. Nada

Kamu pasti menyukai musik, bukan? Kamu sudah mengetahui bahwa frekuensi adalah banyaknya gelombang bunyi dalam satu sekon. Banyaknya gelombang tiap satu sekon ada yang teratur dan ada yang tidak teratur. Bunyi alat musik adalah salah satu contoh dari bunyi yang frekuensinya teratur. Bunyi kendaraan di jalan, frekuensinya tidak teratur sehingga tidak enak untuk didengar. Gelombang bunyi yang frekuensinya teratur disebut nada, sedangkan gelombang bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut desah.

Pada nada dikenal nada tinggi dan nada rendah. Apakah hubungan antara nada dan frekuensi? Untuk menjawabnya, lakukan kegiatan Ayo Coba 13.4 berikut.

Ayo Coba 13.4

Tujuan

Mengidentifikasi hubungan antara nada dan frekuensi

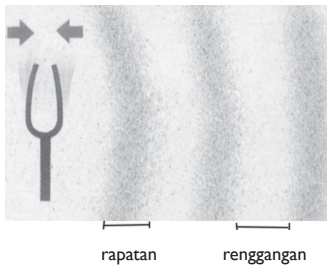
Alat dan bahan

Beberapa garputala yang frekuensinya berbeda-beda

Cara kerja

1. Sediakan beberapa garputala yang frekuensinya berbeda-beda.
2. Pukul ujung masing-masing garputala tersebut.
3. Bandingkan gelombang bunyi yang dihasilkan masing-masing garputala.

Pertanyaan

1. Apakah gelombang bunyi yang dihasilkan garputala sama?
2. Jika frekuensi semakin tinggi, apakah yang terjadi pada gelombang bunyi?
3. Apa yang dapat disimpulkan dari percobaan tersebut?

Gambar 13.9

Getaran garputala membuat pola rapatan dan renggangan dengan frekuensi tertentu.

Ketika garputala dipukul, terdengar bunyi yang tetap dan teratur. Itulah yang disebut nada. Nada yang dihasilkan oleh garputala yang frekuensinya berbeda akan berbeda pula. Semakin besar frekuensi maka semakin tinggi nadanya. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah frekuensi maka semakin rendah pula nadanya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa tinggi rendahnya nada ditentukan oleh frekuensi.

Gambar 13.9 memperlihatkan ilustrasi gelombang bunyi yang dihasilkan oleh garputala. Semakin tinggi frekuensinya, jarak rapatan dan renggangannya semakin pendek. Kamu masih ingat bahwa jarak rapatan dan renggangan yang berdekatan disebut panjang gelombang. Jadi, semakin tinggi frekuensi, panjang gelombangnya semakin pendek.

Dalam teori musik, simbol nada biasanya digunakan huruf C, D, E, F, G, A, B, c, d, e, f, g, a, b, dan seterusnya. Masing-masing nada memiliki frekuensi yang teratur. Misalnya, sebuah garputala mengeluarkan nada musik A. Artinya, garputala bergetar sebanyak 440 kali tiap sekonnya. Hal ini menghasilkan 440 pasang perapatan dan perenggangan. Dengan kata lain, nada A menghasilkan frekuensi 440 Hz. Frekuensi nada yang lainnya dapat ditentukan menggunakan perbandingan sebagai berikut.

Hal Penting
Key Point

Gelombang longitudinal terdiri atas rapatan dan renggangan.

Longitudinal sound waves consist of compressions and rarefactions.

Tabel 13.2 Deretan Nada dan Perbandingan Frekuensinya

C	D	E	F	G	A	B	C
24	27	30	32	36	40	45	48

Mengacu pada deretan nada dan perbandingan frekuensi pada Tabel 13.2 maka nada-nada yang akan diketahui frekuensinya dapat dibandingkan dengan nada yang sudah diketahui frekuensinya. Misalnya,

a. frekuensi nada C berbanding frekuensi nada E adalah:
   $f_C : f_E = 24 : 30$,
b. frekuensi nada C berbanding frekuensi nada G adalah:
   $f_C : f_G = 24 : 36$.

Contoh Soal 13.3

Jika diketahui nada A sebesar 440 Hz, hitunglah frekuensi nada G.

Penyelesaian:

Dari deretan nada dan frekuensi pada Tabel 13.2 diperoleh perbandingan frekuensi nada A dan G adalah 40 : 36.

Jadi,

$f_A : f_G = 40 : 36$

$440 : f_G = 40 : 36$

Dengan perkalian silang diperoleh

$f_G \times 40 = 440 \text{ Hz} \times 36$

$$f_G = \frac{15.840 \text{ Hz}}{40}$$

$f_G = 396$ Hz

Jadi, frekuensi dasar G adalah 396 Hz.

1. Frekuensi Nada pada Senar

Jika kamu sedang memetik gitar, jari tanganmu tidak pernah diam untuk mendapatkan suatu nada yang diharap-kan. Kamu sudah mengetahui bahwa setiap kunci nada memiliki frekuensi yang berbeda-beda. Jadi, perpindahan jari tanganmu adalah untuk mendapatkan frekuensi yang diharapkan. Misalnya, salah satu senar dipetik tanpa ditekan

mendapatkan nada A yang berfrekuensi 440 Hz. Jika senar ditekan pada jarak 8 cm dari ujung papan pegangan, berarti kamu sudah mengurangi panjang tali dan bagian massa tali yang bergetar. Akibatnya, frekuensi akan naik.

2. Kuat Lemahnya Nada Bergantung pada Amplitudo

Pada saat kamu memetik gitar, bunyi yang dihasilkannya akan semakin keras jika petikannya lebih kuat. Sebaliknya, bunyi senar mejadi lemah jika kamu memetiknya dengan lembut. Hal ini menunjukkan bahwa ada sesuatu yang memengaruhi lemah kuatnya nada. Untuk mempelajarinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 13.5 berikut.

Ayo Coba 13.5

Tujuan

Mengamati kuat lemahnya bunyi pada garputala

Alat dan bahan

Dua buah garputala

Cara kerja

1. Sediakan sebuah garputala.
2. Pukullah garputala dengan kuat, lalu amati bunyinya.
3. Pukul kembali garputala yang lain dengan perlahan dan bandingkan bunyinya.

Pertanyaan

1. Apakah frekuensi bunyi garputala berubah ketika pukulannya berbeda?
2. Apakah yang dipengaruhi kuat lemahnya pukulan pada garputala?

Gambar 13.10

Dua buah garputala yang dipukul dengan kekuatan berbeda.

Jika kamu memukul garputala dengan lemah, simpangan maksimum getarannya hanya sedikit sehingga bunyinya lemah. Jika kamu memukulnya dengan kuat, simpangan maksimum getarannya juga besar dan bunyi pun terdengar lebih keras. Kamu sudah mengetahui bahwa simpangan maksimum itu disebut amplitudo. Jadi, kuat lemahnya bunyi ditentukan oleh amplitudo.

3. Desah

Suara ombak di pinggir pantai memiliki frekuensi tidak teratur. Gelombang bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut desah. Contoh lain dari desah adalah bunyi angin, bunyi kendaraan bermotor, dan bunyi suara mesin. Dapatkah kamu menyebutkan yang lainnya?

Soal Penguasaan Materi 13.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tentukan frekuensi nada C jika frekuensi nada A adalah 440 Hz.
2. Jika diketahui frekuensi nada G adalah 396 Hz, tentukan frekuensi nada D.

C. Resonansi

Perhatikan Gambar 13.11 ketika kamu bermain ayunan, ayunan yang didorong atau ditarik secara teratur dapat berayun semakin lama dan semakin tinggi. Jika ayunan tersebut didorong atau ditarik dengan frekuensi yang tidak seirama dengan ayunan, ayunan akan berhenti. Apakah penyebabnya?

Untuk mempelajari gejala tersebut, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 13.6 berikut.

Gambar 13.11

Anak sedang bermain ayunan.

Ayo Coba 13.6

Tujuan

Mengamati resonansi pada bandul

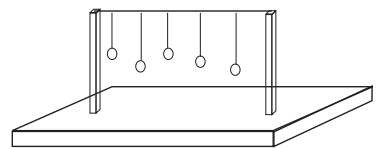
Alat dan bahan

Benang, lima buah bandul yang massanya sama, dan dua buah tiang yang sejajar

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Hubungkan kedua tiang dengan benang.
3. Gantungkan bandul-badul tersebut pada benang tadi. Panjang tali tiap bandul dibuat berbeda seperti pada Gambar 13.12.
4. Ayunkan bandul A, lalu amati bandul-bandul yang lain. Bandul manakah yang mengikuti gerakan bandul A?
5. Ulangi langkah 3 dengan mengayunkan bandul B.

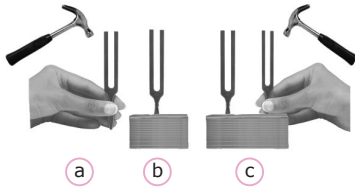
Pertanyaan

1. Pada saat bandul A kamu ayunkan, bandul manakah yang ikut bergetar bersama-sama bandul A?
2. Pada saat bandul B kamu ayunkan, bandul manakah yang ikut bergetar bersama-sama bandul B?
3. Mengapa demikian?

Gambar 13.12

Beberapa bandul yang digantungkan pada seutas benang dengan panjang tali yang berbeda-beda.

Jika bandul kamu ayunkan, bandul akan bergetar dengan frekuensi alamiahnya. Bandul yang panjang talinya sama akan bergetar dengan frekuensi alamiah yang sama. Itulah sebabnya, ketika bandul A kamu getarkan, bandul yang panjang talinya sama akan ikut bergetar. Peristiwa seperti itu disebut resonansi.

Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena getaran benda lain. Syarat terjadinya resonansi adalah frekuensi yang sama dengan sumber getarnya. Apakah pada gelombang bunyi juga terjadi resonansi? Untuk mempelajarinya, lakukan kegiatan Ayo Coba 13.7 tersebut.

Ayo Coba 13.7

Gambar 13.13

Resonansi terjadi pada garputala yang diletakkan berhadapan.

Tujuan

Mengamati resonansi pada gelombang bunyi

Alat dan bahan

Sebuah garputala tanpa kotak dan dua buah garputala yang frekuensinya sama lengkap bersama kotaknya

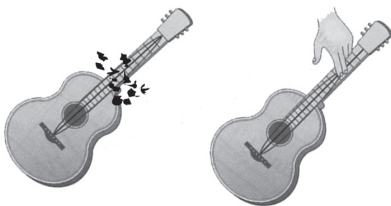
Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Pukul garputala tanpa kotak dengan tidak menyentuhkannya pada meja. Amati bunyinya. (Gambar 13.13 a)
3. Pukul kembali garputala tersebut. Setelah berbunyi, tekankan garputala tadi pada kotaknya. Bandingkan bunyi yang terjadi. (Gambar 13.13 b)
4. Simpanlah kedua garputala yang dilengkapi kotak secara berhadapan. Pukullah salah satu garputala tadi sehingga terdengar suara nyaring. Peganglah garputala yang tadi kamu pukul. (Gambar 13.13 c) Apa yang terjadi?

Pertanyaan

1. Lebih nyaring manakah antara bunyi garputala tanpa kotak dan bunyi garputala dengan kotak? Mengapa demikian?
2. Ketika garputala yang dilengkapi kotak kamu pukul dan setelah berbunyi kamu pegang, apakah masih terdengar bunyi nyaringnya?
3. Apakah yang dapat kamu simpulkan?

Pada saat kamu menggetarkan garputala tanpa kotak, kamu akan mendengar suara lemah sekali. Akan tetapi, jika garputala tersebut kamu tekankan pada kotaknya, kamu akan mendengar garputala bersuara lebih keras. Hal itu membuktikan bahwa getaran garputala akan lebih keras jika udara di dalam kotak ikut bergetar. Pantulan yang terjadi di dalam kotak akan memperbesar suara garputala. Prinsip resonansi ini dijadikan dasar mengapa alat musik selalu dilengkapi dengan kotak.

Resonansi dapat terjadi pada beberapa garputala yang berfrekuensi sama jika salah satunya digetarkan. Resonansi terjadi pula pada dua buah gitar dengan menggetarkan salah satu senar sehingga senar yang sama pada gitar yang lain akan ikut bergetar. Resonansi pada senar gitar diperlihatkan pada Gambar 13.14. Jika kamu memiliki dua buah gitar, letakkanlah potongan kertas kecil-kecil pada senar gitar 1, kemudian petiklah senar gitar 2. Akibatnya, potongan kertas yang diletakkan pada senar gitar 1 akan turut bergetar sehingga kertasnya jatuh.

Gambar 13.14

Resonanasi pada senar.

Soal Penguasaan Materi 13.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah yang dimaksud dengan resonansi?
2. Jelaskan syarat terjadinya resonansi.

D. Pemantulan Gelombang Bunyi

Kamu sudah mengetahui bahwa salah satu sifat gelombang adalah dapat dipantulkan. Bunyi sebagai salah satu jenis gelombang mekanik tentu memiliki sifat seperti itu. Untuk mengetahuinya lakukanlah kegiatan Ayo Coba 13.8 berikut.

Ayo Coba 13.8

Tujuan
Mengamati pemantulan gelombang bunyi

Alat dan bahan
Stopwatch atau jam weker dan dua lembar karton

Cara kerja
1. Siapkan alat dan bahan.
2. Bentuklah karton menjadi sebuah pipa, lalu susun alat seperti pada Gambar 13.15. Usahakan sudut kedua karton sama.
3. Dengarkan bunyi jam melalui pipa karton B.
4. Aturlah sudut pipa B perlahan-lahan sampai terdengar bunyi yang paling keras.
5. Bukalah karton B, lalu dengarkan suara bunyi jam tersebut.
6. Bandingkan bunyi yang terjadi.

Pertanyaan
1. Manakah yang lebih keras, bunyi yang didengar oleh kedua karton yang membentuk sudut atau bunyi yang didengar tanpa karton B?
2. Apakah terdengarnya bunyi sama untuk setiap sudut yang dibentuk pipa B?
3. Ukurlah sudut pipa A dan pipa B tersebut dengan garis yang tegak lurus bidang pemantul (garis normal). Apakah yang dapat kamu simpulkan?

Gambar 13.15

Bunyi terdengar keras apabila sudut datang sama dengan sudut pantul.

Gelombang bunyi merambat melalui pipa A. Setelah mengenai dinding, bunyi dipantulkan melalui pipa B sehingga kamu dapat mendengarnya. Hal ini membuktikan bahwa gelombang bunyi dapat dipantulkan. Jika sudut pada karton B kamu buat bervariasi, kamu dapat mendengar suara yang paling keras pada saat sudut karton B sama dengan sudut karton A terhadap garis normal, perhatikan Gambar 13.16. Hal ini membuktikan bahwa pemantulan gelombang bunyi memenuhi aturan tertentu.

Pemantulan gelombang bunyi memenuhi Hukum Pemantulan yang menyatakan sebagai berikut.
1. Bunyi datang, garis normal, dan bunyi pantul terletak pada satu bidang datar.
2. Sudut bunyi datang sama dengan sudut bunyi pantul.

Gambar 13.16

Pemantulan gelombang bunyi

I. Pemantulan Bunyi pada Kehidupan Sehari-hari

Pada saat kamu bernyanyi di kamar mandi, suaramu terdengar lebih keras dan enak didengar daripada kamu bernyanyi di ruangan yang luas dan terbuka. Suara musik di ruangan tertutup terdengar lebih keras daripada suara musik di ruangan terbuka. Mengapa demikian?

Pada ruangan kecil, bunyi yang datang pada dinding dengan bunyi yang dipantulkan sampai ke telingamu hampir bersamaan sehingga bunyi pantul akan memperkuat bunyi aslinya yang menyebabkan suaramu terdengar lebih keras.

Sumber: *www.insight-magazine.com*

Gambar 13.17

Kelelawar mencari mangsa dengan menerima pantulan gelombang bunyi.

Sifat pemantulan bunyi sangat penting bagi beberapa hewan, seperti kelelawar. Kelelawar dapat memancarkan gelombang bunyi sehingga dengan memanfaatkan peristiwa pemantulan bunyi, kelelawar dapat menghindari dinding penghalang ketika terbang di malam hari. Selain itu, kelelawar dapat mengetahui mangsa yang akan disantapnya, seperti terlihar pada Gambar 13.17.

Pemantulan gelombang bunyi juga digunakan manusia untuk mengukur panjang gua dan kedalaman lautan atau danau. Dengan cara mengirimkan bunyi datang dan mengukur waktu perjalanan bunyi datang dan bunyi pantul, panjang suatu gua atau kedalaman suatu tempat di bawah permukaan air dapat ditentukan.

Bunyi pantul yang diterima telah menempuh dua kali perjalanan, yaitu dari sumber bunyi ke pemantul dan dari pemantul ke penerima atau pendengar. Waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke pemantul adalah $\frac{1}{2}t$.

Oleh karena itu, jarak yang ditempuh oleh bunyi yang dipantulkan dapat ditulis sebagai berikut.

$$s = v\left[\frac{t}{2}\right] \qquad (13\text{–}2)$$

dengan: s = jarak yang akan ditentukan (m),
v = cepat rambat bunyi (m/s),
t = waktu yang digunakan untuk menempuh dua kali perjalanan (s).

Informasi IPA

Ruang konser dirancang untuk meniadakan resonansi yang tidak dikehendaki. Di dalam ruangan ini, selain menggunakan bahan-bahan yang dapat meredam suara, bentuk-bentuk geometris digantungkan pada langit-langit untuk meredam gaung yang tidak dikehendaki.

Sumber: *www.umcrookston.edu; Jendela Iptek: Gaya dan Gerak,* 1997

Contoh Soal 13.4

Prinsip pemantulan bunyi digunakan untuk mengukur kedalaman laut. Bunyi pantul terdengar 0,2 sekon setelah bunyi aslinya. Jika cepat rambat bunyi dalam air laut 1.500 m/s, hitunglah kedalaman air laut tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui: t = 0,2 sekon
v = 1.500 m/s

Ditanyakan: kedalaman air laut (s)?

Jawab:

$$s = v\left[\frac{t}{2}\right]$$

$$s = (1.500\ \text{m/s})\left[\frac{0{,}2\ \text{s}}{2}\right]$$

s = 150 meter

Jadi, kedalaman laut tersebut adalah 150 meter dari permukaan laut.

Gelombang bunyi ultrasonik dapat digunakan untuk mengetahui sesuatu yang berada di bawah permukaan air. Para nelayan modern memanfaatkan terjadinya gema untuk mencari kumpulan ikan di bawah air dengan alat yang disebut sonar.

Gambar 13.18

Pemantulan gelombang bunyi dimanfaatkan untuk
(a) mencari kumpulan ikan,
(b) memetakan kedalaman laut.

Gelombang ultrasonik juga dimanfaatkan untuk mengetahui bentuk permukaan laut. Dengan alat sonar, kedalaman laut dapat dipetakan. Alat sonar memancarkan gelombang ultrasonik ke dasar laut dan dipantulkan kembali oleh permukaan dasar laut. Hasil pemantulan diterima oleh *receiver* pada alat sonar yang dipasang di kapal.

2. Gaung atau Kerdam

Kamu mungkin pernah mengalami ketika berteriak, suara pantulnya berbeda sedikit dengan suara aslinya. Peristiwa ini disebut kerdam atau gaung. Jadi, gaung atau kerdam adalah bunyi pantul yang hanya terdengar sebagian bersamaan dengan bunyi asli.

3. Gema

Jika dinding pemantul sangat berjauhan, bunyi pantul akan terdengar beberapa saat setelah bunyi asli. Kejadian ini disebut gema. Misalnya, jika kamu berteriak di depan dinding tebing yang tinggi, suaramu seolah-olah ada yang mengikuti setelah selesai diucapkan. Hal ini terjadi karena bunyi yang datang ke dinding tebing dan bunyi yang dipantulkannya memerlukan waktu untuk merambat.

Gambar 13.19

Gema terjadi jika kamu berteriak di depan sebuah tebing yang tinggi.

Soal Penguasaan Materi 13.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan proses terjadinya pemantulan bunyi.
2. Sebutkan Hukum Pemantulan Bunyi.
3. Jelaskan perbedaan gaung dengan gema.

Rangkuman

- Sumber bunyi adalah getaran.
- Bunyi merambat ke segala arah melalui udara sekitarnya dengan membentuk pola rapatan dan renggangan. Oleh karena itu, bunyi merupakan gelombang longitudinal.
- Gelombang bunyi dapat merambat melalui udara (zat gas), zat padat, dan zat cair.
- Jarak yang ditempuh bunyi tiap satuan waktu disebut cepat rambat bunyi.

$$v = \frac{s}{t}$$

- Zat padat merambatkan bunyi lebih cepat daripada zat cair dan zat cair lebih cepat merambatkan bunyi daripada gas.
- Banyaknya gelombang bunyi setiap sekon disebut frekuensi. Semakin besar frekuensi gelombang bunyi maka semakin banyak membuat pola rapatan dan renggangan.
- Frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz disebut daerah audiosonik, frekuensi di bawah 20 Hz disebut daerah infrasonik, sedangkan daerah di atas frekuensi 20.000 Hz disebut daerah ultrasonik.
- Gelombang bunyi yang frekuensinya teratur disebut nada, sedangkan gelombang bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut desah.
- Tinggi rendahnya nada ditentukan oleh frekuensi. Semakin tinggi frekuensi maka panjang gelombangnya semakin pendek.
- Kuat lemahnya nada ditentukan oleh amplitudo. Semakin besar amplitudonya maka bunyi pun terdengar lebih keras.
- Resonansi adalah peristiwa bergetarnya suatu benda karena getaran benda lain.
- Pemantulan gelombang bunyi memenuhi Hukum Pemantulan yang menyatakan sebagai berikut.
  a. Bunyi datang, garis normal, dan bunyi pantul terletak pada satu bidang datar.
  b. Sudut bunyi datang sama dengan sudut bunyi pantul.
- Jarak yang ditempuh oleh bunyi yang dipantulkan memenuhi persamaan

$$s = v\left[\frac{t}{2}\right]$$

- Gaung atau kerdam adalah bunyi pantul yang hanya terdengar sebagian bersamaan dengan bunyi asli.
- Gema adalah bunyi pantul yang terdengar beberapa saat setelah bunyi asli.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Bunyi. Sangat menarik, bukan? Bunyi sangat membantu manusia dalam berkomunikasi. Maha Agung Tuhan yang telah menciptakan bunyi karena tanpa bunyi, manusia akan menjadi makhluk individual yang kesepian.

Setelah mempelajari bab ini, tentu pemahaman kamu tentang bunyi akan berbeda. Sebagai pelajar yang terus mengikuti kemajuan IPTEK, pemahaman tentang sifat-sifat bunyi perlu kamu miliki. Radio, telepon, pemancar televisi, dan berbagai teknologi lainnya berkaitan erat dengan bunyi sebagai salah satu bentuk gelombang. Ayo, bersama-sama temanmu, pelajari lebih dalam hal-hal berkenaan bunyi. Apapun yang kamu pelajari hari ini pasti bermanfaat pada kemudian hari. Selamat belajar.

Tes Kompetensi Bab 13

Kerjakanlah di buku latihanmu.

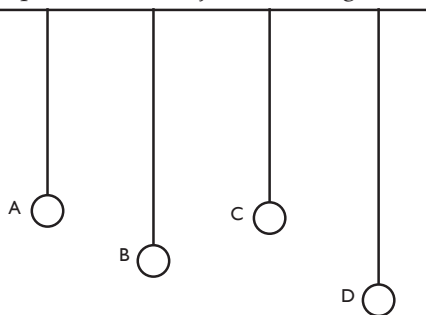
A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Ketika kamu memegang tenggorokan pada saat berbicara, kamu merasakan adanya getaran. Hal ini membuktikan ....
   a. otot tenggorokan selalu bergetar
   b. sumber bunyi adalah tenggorokan
   c. berbicara memerlukan energi
   d. sumber bunyi adalah getaran
2. Setelah terjadinya kilat, 2 sekon kemudian terdengar bunyi guntur. Jika cepat rambat bunyi di udara 330 m/s, dapat diperkirakan jarak terjadinya kilat adalah ....
   a. 990 meter
   b. 660 meter
   c. 330 meter
   d. 165 meter
3. Ketika kita melihat orang yang sedang menebang kayu dengan jarak yang jauh, bunyi beradunya kapak terdengar beberapa saat setelah kapak mengenai pohon. Hal ini terjadi karena ....
   a. perambatan bunyi memerlukan waktu
   b. kecepatan bunyi lebih kecil dari kecepatan cahaya
   c. perambatan bunyi memerlukan waktu, sedangkan perambatan cahaya tidak
   d. pengaruh gema yang terjadi
4. Sebuah gelombang bunyi merambat di udara dengan kecepatan 360 m/s. Jika panjang gelombang bunyi 25 cm, frekuensinya adalah ....
   a. 14,4 Hz
   b. 90 Hz
   c. 1.440 Hz
   d. 9.000 Hz
5. Perbandingan frekuensi nada A dan B adalah 27 : 45. Jika frekuensi nada D adalah 297 Hz, frekuensi nada B adalah ....
   a. 178,2 Hz
   b. 495 Hz
   c. 5.346 Hz
   d. 8.064 Hz
6. Pada percobaan tabung resonansi, tinggi kolom udara dalam tabung pada saat sumber bunyi beresonansi pertama adalah 0,19 meter. Panjang gelombang sumber bunyi adalah ....
   a. 0,19 m
   b. 0,39 m
   c. 0,57 m
   d. 0,96 m
7. Untuk mengukur kedalaman laut digunakan prinsip pemantulan bunyi. Bunyi pantul terdengar ½ sekon sesudah bunyi asli. Jika cepat rambat bunyi dalam air 1.500 m/s, maka kedalaman laut adalah ....
   a. 375 meter
   b. 750 meter
   c. 1500 meter
   d. 3000 meter
8. Pesawat supersonik adalah ....
   a. pesawat terbang yang memancarkan frekuensi di atas 20.000 Hz
   b. pesawat terbang yang memancarkan frekuensi di bawah 20.000 Hz
   c. pesawat terbang yang memiliki kelajuan di atas 340 m/s
   d. pesawat terbang yang memiliki kelajuan di bawah 340 m/s
9. Gaung dapat diatasi dengan cara ....
   a. menyesuaikan frekuensi sumber bunyi
   b. melapisi dinding dengan zat pemantul yang baik
   c. melapisi dinding dengan zat yang dapat meredam bunyi
   d. menurunkan tinggi nada
10. Menurut Mersenne, frekuensi sebuah senar tidak bergantung pada ....
   a. massa jenis senar
   b. luas penampang senar
   c. tegangan senar
   d. amplitudo senar

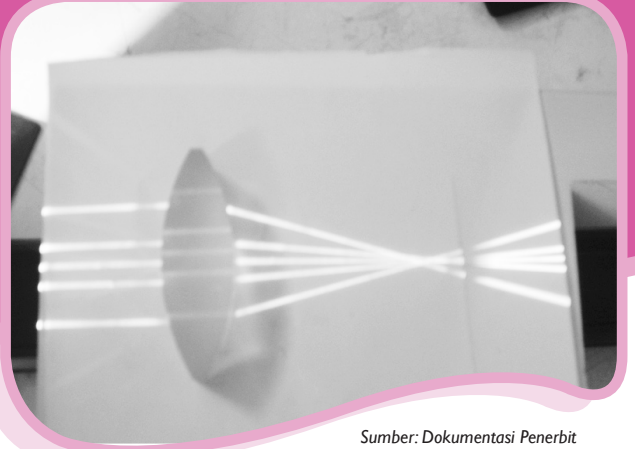
11. Gelombang bunyi yang mengenai permukaan keras, akan ....
    a. dibiaskan
    b. dipantulkan
    c. diteruskan
    d. hilang
12. Bunyi pantul akan memperkuat bunyi asli jika ....
    a. jarak dinding pemantul cukup dekat
    b. jarak dinding pemantul cukup jauh
    c. jarak dinding pemantul sedang
    d. tidak bergantung pada jarak dinding pemantul
13. Kuat lemahnya bunyi bergantung pada ....
    a. frekuensi
    b. resonansi
    c. amplitudo
    d. jarak
14. Di bawah ini yang dapat digunakan untuk meredam bunyi adalah ....
    a. karpet
    b. lembaran aluminium
    c. dinding tembok
    d. lembaran kayu
15. Resonansi hanya dapat terjadi apabila ....
    a. frekuensinya sama
    b. frekuensinya berbeda
    c. amplitudonya sama
    d. amplitudonya berbeda

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Sebuah petir terlihat cahayanya. Setelah 3 sekon kemudian baru terdengar suara guntur. Jika cepat rambat bunyi di udara 330 m/s. Hitung jarak terjadinya petir.
2. a. Apa yang disebut resonansi?
   b. Mengapa suatu alat musik harus dilengkapi dengan kotak suara?
   c. Apa yang menyebabkan terjadinya resonansi?
3. Bola manakah pada gambar di bawah yang dapat beresonansi jika bola A digetarkan.

4. Apakah yang disebut dengan:
   a. gaung,
   b. gema, dan
   c. bagaimanakah caranya mengatasi gema pada sebuah ruangan.
5. Seorang anak berteriak di depan sebuah dinding batu. Setelah 4 sekon terdengar bunyi pantulnya. Jika cepat rambat bunyi di tempat itu 340 m/s, hitung jarak anak dengan dinding pemantulnya.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Salah satu gejala yang dapat dialami bunyi adalah efek Doppler. Jelaskan apa yang dimaksud dengan efek Doppler.

Bab 14

Sumber: Dokumentasi Penerbit

Cahaya

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep dan penerapan getaran, gelombang, dan optika dalam produk teknologi sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

menyelidiki sifat-sifat cahaya dan hubungannya dengan berbagai bentuk cermin dan lensa.

Mengapa kamu dapat melihat benda-benda di sekitarmu? Apakah kamu dapat melihat ketika lampu di rumahmu padam? Kamu dapat melihatnya karena ada cahaya. Pada malam hari atau dalam sebuah kamar yang gelap kamu tidak dapat melihat apa-apa karena tidak ada cahaya. Bisa dibayangkan kalau Tuhan tidak menciptakan cahaya, apakah kamu dapat melihat benda-benda di sekeliling kamu? Adanya matahari sebagai sumber cahaya yang paling besar serta mata kamu yang begitu indah merupakan ciptaan Tuhan yang maha kuasa sehingga kamu dapat melihat benda di sekitar kamu. Oleh karena itu, marilah bersyukur dengan cara memelihara alam ini dan mempelajari segala kejadian di alam ini.

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 14.1

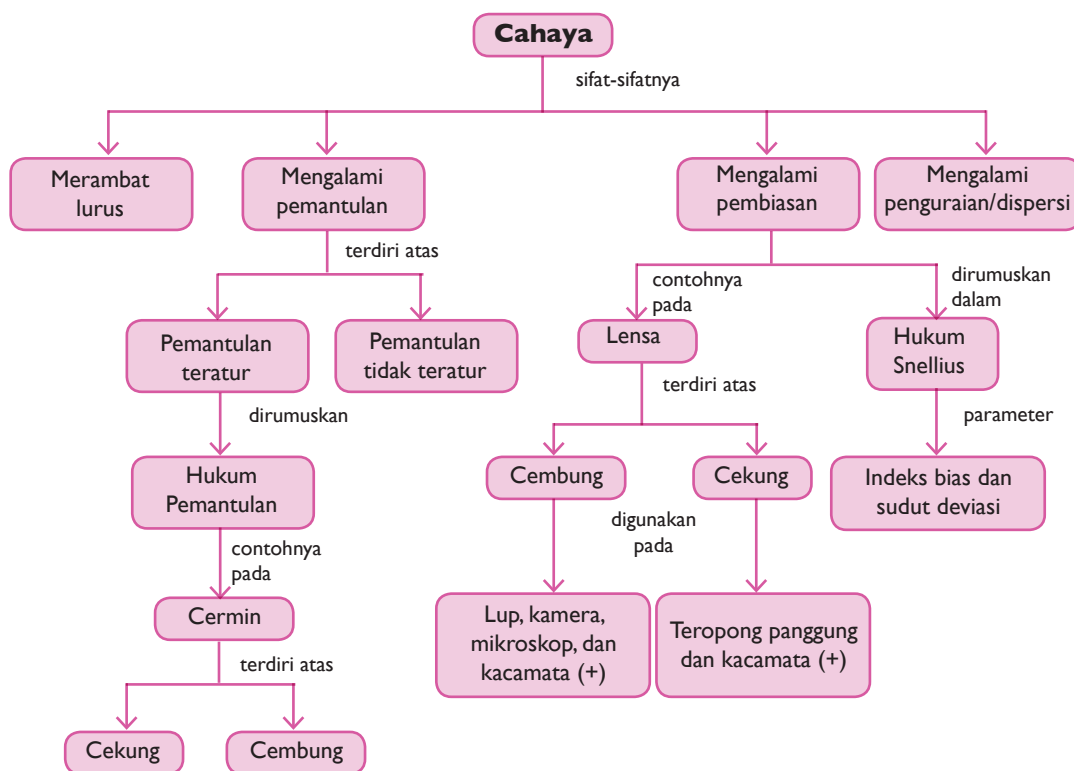
Kamu dapat melihat benda-benda di sekitarmu karena adanya cahaya.

Cahaya adalah salah satu bentuk gelombang. Cahaya dapat merambat di ruang hampa udara karena termasuk jenis gelombang elektromagnetik. Jika cahaya mengenai suatu benda, seperti halnya gelombang mekanik, cahaya tersebut dapat dipantulkan dan dibiaskan.

Pada bab ini, kamu akan mempelajari beberapa sifat cahaya, di antaranya cahaya dapat merambat lurus, dapat dipantulkan, dapat dibiaskan, dan dapat mengalami penguraian warna. Selain itu, akan dipelajari pula sifat-sifat lensa dan cermin. Sifat-sifat cahaya pada cermin dan lensa banyak dimanfaatkan untuk membuat alat yang bermanfaat bagi manusia, misalnya mikroskop, lup, teleskop, dan lensa.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

- **Cahaya** — sifat-sifatnya:
  - Merambat lurus
  - Mengalami pemantulan — terdiri atas:
    - Pemantulan teratur — dirumuskan:
      - Hukum Pemantulan — contohnya pada:
        - Cermin — terdiri atas:
          - Cekung
          - Cembung
    - Pemantulan tidak teratur
  - Mengalami pembiasan
    - contohnya pada:
      - Lensa — terdiri atas:
        - Cembung — digunakan pada: Lup, kamera, mikroskop, dan kacamata (+)
        - Cekung — digunakan pada: Teropong panggung dan kacamata (+)
    - dirumuskan dalam:
      - Hukum Snellius — parameter:
        - Indeks bias dan sudut deviasi
  - Mengalami penguraian/dispersi

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Dalam keseharianmu, kamu tidak bisa lepas dari cahaya. Semua aktivitas yang kamu lakukan memerlukan cahaya sebagai penerangan. Tahukah kamu bagaimana proses melihat. Apakah sifat-sifat cahaya?
2. Pada saat kamu memasukkan sebuah pensil ke dalam gelas yang berisi air, tampak pensil tersebut agak bengkok. Dalam Fisika, disebut apa peristiwa tersebut?

A. Pengertian Cahaya

Di bawah terik matahari kamu dapat melihat bayanganmu bergerak sesuai dengan gerakanmu. Secepat apapun kamu bergerak, bayanganmu tetap ada di dekatmu. Ketika hari berubah menjadi mendung, bayanganmu tidak terlihat. Ke manakah bayanganmu itu? Apakah yang menyebabkan bayanganmu ada?

Bayangan terjadi karena adanya cahaya. Cahaya merupakan salah satu bentuk gelombang. Cahaya dapat merambat tanpa medium termasuk jenis gelombang elektromagnetik. Tuhan telah menciptakan Matahari dan cahayanya sedemikian rupa sehingga makhluk yang berada di Bumi dapat memanfaatkan cahaya tersebut.

1. Cahaya Merambat Lurus

Bagaimanakah cahaya itu bergerak, apakah merambat lurus atau berkelok-kelok? Pernahkah kamu memperhatikan seberkas cahaya yang masuk pada sebuah lubang kecil di ruang yang relatif gelap? Bagaimanakah perambatan cahaya yang kamu lihat? Untuk membuktikan jawabanmu, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.1 berikut.

Ayo Coba 14.1

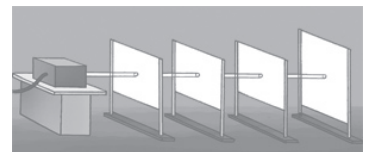
Tujuan

Mengamati perambatan cahaya

Alat dan bahan

Kotak cahaya, tiga lembar karton berukuran 20×20 cm, dan layar

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Berilah lubang kecil di bagian tengah ketiga karton.
3. Susunlah alat dan bahan seperti pada Gambar 14.2.
4. Aturlah ketiga karton sehingga cahaya tertangkap di layar, lalu amati perambatan cahaya tersebut.

Gambar 14.2

Cahaya merambat dengan lintasan lurus pada sebuah lubang di suatu ruangan.

Pertanyaan
1. Jika ketiga karton diletakkan sembarang (tidak sejajar), apakah cahaya dapat keluar dari karton terakhir?
2. Bagaimanakah posisi ketiga lubang karton tersebut agar cahaya dapat ditangkap oleh layar?
3. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari hasil kegiatan tersebut?

Jika kamu melakukan kegiatan tersebut dengan baik, cahaya akan keluar dari karton terakhir ketika lubang ketiga karton tersebut berada pada satu garis lurus. Hal ini membuktikan bahwa cahaya merambat lurus. Hal yang sama terjadi pada saat kamu melihat perambatan cahaya melalui lubang kecil di suatu ruang yang gelap. Jika sumber cahaya tersebut adalah Matahari, kamu akan melihat perbedaan arah rambat cahaya di ruang gelap tersebut ketika Matahari terbit sampai Matahari terbenam.

Akibat cahaya merambat lurus, benda yang tidak tembus cahaya seperti buku, pohon, kertas, atau tubuh manusia akan membentuk bayangan apabila terkena cahaya.

2. Bayangan Umbra dan Penumbra

Coba kamu perhatikan, ketika kamu berada di bawah cahaya lampu, adakah bayangan tubuhmu yang dapat kamu lihat? Bagaimanakah terjadinya pembentukan bayangan tersebut? Untuk lebih memahami terjadinya kedua bayangan ini, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.2 berikut.

Ayo Coba 14.2

Tujuan
Mengamati pembentukan bayangan gelap dan bayangan kabur

Alat dan bahan
Lampu senter, bola pingpong, seutas tali, dan layar

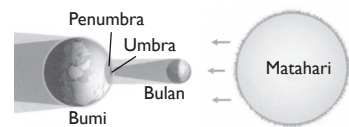
Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Susunlah alat dan bahan seperti Gambar 14.3.
3. Nyalakan lampu senter dan amati bayangan yang terjadi pada layar.
4. Geser bola tersebut mendekati layar atau mendekati senter sehingga mendapatkan bayangan yang jelas dan kabur.

Pertanyaan
1. Ada berapakah bayangan yang tampak pada layar?
2. Bagaimanakah bentuk bayangan tersebut?

Gambar 14.3

Suatu benda yang terkena cahaya akan membentuk bayangan inti dan bayangan kabur.

Jika sebuah benda tidak tembus cahaya dikenai cahaya, di belakang benda tersebut akan terbentuk dua bayangan, yaitu bayangan inti dan bayangan kabur. Bayangan inti disebut umbra dan bayangan kabur disebut penumbra.

Gerhana bulan total terjadi karena Bulan masuk ke dalam bayang-bayang umbra Bumi. Pada gerhana matahari total, sebagian tempat di Bumi masuk ke dalam bayang-bayang umbra bulan.

Gambar 14.4

Umbra dan penumbra pada gerhana matahari.

Soal Penguasaan Materi 14.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan cahaya.
2. Bagaimanakah bayangan inti dan bayangan kabur terbetuk pada saat terjadi gerhana bulan?

B. Pemantulan Cahaya

Pernahkan kamu melihat indahnya Bulan purnama dan bertaburnya Bintang pada malam hari yang cerah? Tentunya hal itu akan mengingatkanmu pada Sang Pencipta. Begitu indah ciptaan-Nya sehingga patut kamu syukuri dan kamu pelajari agar keimananmu bertambah. Terangnya benda-benda langit tersebut karena adanya cahaya. Bintang bersinar karena dia memiliki cahaya sendiri, sedangkan Bulan tampak bercahaya karena pantulan dari cahaya Matahari. Akan tetapi, manusia di Bumi seolah-olah melihat Bulan tersebut memancarkan cahayanya sendiri.

Dalam kehidupan sehari-hari, kamu tidak dapat melihat benda-benda di sekitarmu tanpa adanya cahaya. Pada malam hari ketika lampu listrik rumahmu padam, kamu tidak dapat melihat apapun di sekitarmu. Hal tersebut terjadi karena tidak ada cahaya yang dipantulkan oleh benda di sekitarmu. Jadi, kamu dapat melihat suatu benda apabila ada cahaya yang dipantulkan oleh benda tersebut ke matamu.

1. Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur

Pemantulan cahaya pada benda yang tidak tembus cahaya, ada yang teratur dan ada pula yang tidak teratur. Kamu dapat melihat cahaya yang dipantulkan benda-benda di sekitarmu tidak menyilaukan mata, tetapi terasa teduh dan nyaman. Namun, cahaya yang dipantulkan cermin ke mata akan sangat menyilaukan. Mengapa demikian? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.3 berikut.

Ayo Coba 14.3

Tujuan
Mengamati pemantulan teratur dan pemantulan baur

Alat dan bahan
Kotak cahaya, cermin datar, papan triplek putih, dan kertas putih

Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Jatuhkan seberkas cahaya pada cermin dan papan triplek.
3. Tangkaplah kedua cahaya pantul tersebut oleh kertas putih.

Pertanyaan
1. Apakah sinar pantul dari kedua bahan tersebut dapat ditangkap kertas?
2. Mengapa sinar pantul yang berasal dari cermin lebih mudah ditangkap oleh layar daripada yang berasal dari papan triplek?

Gambar 14.5
Skema percobaan untuk mengamati pemantulan baur dan teratur.

Cermin datar memiliki permukaan yang rata dan licin, sedangkan permukaan papan triplek kasar atau tidak rata. Hal tersebut menyebabkan sinar pantul pada cermin datar menghasilkan berkas yang sejajar menuju suatu arah tertentu. Sebaliknya, permukaan triplek tidak rata, penuh tonjolan, dan lekukan yang menyebabkan sinar pantul tidak menuju ke satu arah tertentu, tetapi menuju berbagai arah secara tidak teratur. Pemantulan cahaya oleh permukaan rata disebut pemantulan teratur, sedangkan pemantulan cahaya oleh permukaan yang tidak rata disebut pemantulan baur.

Pada saat melihat benda-benda di sekitarmu atau melihat pemandangan, matamu akan terasa nyaman. Hal tersebut karena sinar pantul yang terjadi termasuk pemantulan baur. Intensitas cahaya yang mengenai matamu tidak terlalu besar karena tidak semua sinar pantul menuju mata. Jika cahaya mengenai suatu benda, sebagian yang lain akan diteruskan dan sebagian akan dipantulkan, misalnya pada kaca bening.

Gambar 14.6
Pemantulan baur

2. Hukum Pemantulan

Pemantulan teratur terjadi pada benda yang tidak tembus cahaya dan permukaannya rata. Cermin merupakan suatu benda yang permukaannya sangat halus dan rata sehingga hampir semua cahaya yang datang padanya dapat dipantulkan. Bagaimanakah sifat-sifat cahaya yang terjadi pada cermin? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.4 berikut.

Ayo Coba 14.4

Tujuan
Mengidentifikasi sifat-sifat cahaya pada cermin

Alat dan bahan
Lampu senter, cermin datar, kertas karbon, kertas HVS, penggaris, dan busur derajat

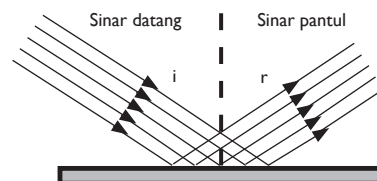
Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Tutuplah kaca lampu senter dengan kertas karbon yang tengah-tengahnya telah diberi lubang kecil.
3. Tariklah garis horisontal pada kertas HVS, lalu tarik pula garis yang tegak lurus dengan garis tadi di tengah-tengahnya. Letakkan cermin datar di atas kertas tersebut dengan garis yang tegak lurus berada di tengah-tengah cermin. Perhatikan Gambar 14.7.
4. Jatuhkan seberkas sinar pada titik perpotongan kedua garis tersebut.
5. Berilah tanda perjalanan berkas sinar datang dan berkas sinar pantul dari cermin pada kertas tersebut.
6. Ambillah kertas HVS, lalu tariklah garis sinar datang dan sinar pantul yang telah diberi tanda tersebut.
7. Ukurlah sudut antara sinar datang dan garis tegak lurus cermin serta ukur pula sudut antara sinar pantul dan garis tegak lurus cermin. Bandingkan hasilnya.
8. Ulangi kegiatan di atas beberapa kali untuk mendapatkan kesimpulan yang benar.

Keterangan
(1) Sinar yang datang ke cermin disebut sinar datang.
(2) Sinar yang dipantulkan cermin disebut sinar pantul.
(3) Garis yang tegak lurus permukaan cermin disebut garis normal.
(4) Sudut antara sinar datang dan garis normal disebut sudut datang.
(5) Sudut antara sinar pantul dan garis normal disebut sudut pantul.

Pertanyaan
1. Apakah sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang?
2. Apakah besarnya sudut datang dan sudut pantul sama besar?
3. Berikan kesimpulan dari kedua jawaban di atas.

Gambar 14.7

Skema percobaan untuk mengidentifikasi sifat pemantulan cahaya.

Kesimpulan di atas merupakan Hukum Pemantulan Cahaya yang menyatakan sebagai berikut.
1. Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
2. Besar sudut datang sama dengan besar sudut pantul.

Gambar 14.8

Hukum Pemantulan Cahaya

Contoh Soal 14.1

Seberkas sinar datang pada permukaan cermin membentuk sudut 30° terhadap permukaan cermin. Tentukan besarnya sudut pantul. Gambarkan pula jalannya sinar yang terjadi.

Penyelesaian:
Diketahui : $i = 90° - 30° = 60°$
Ditanyakan: besarnya sudut pantul (r).

Jawab:
Hukum Pemantulan menyatakan bahwa sudut datang = sudut pantul ($i = r$).
Jadi, besarnya sudut pantul $r = 60°$.

Soal Penguasaan Materi 14.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Seberkas sinar datang pada sebuah permukaan seng (anggap permukaannya rata) membentuk sudut 46° dengan permukaan cermin. Di manakah kamu akan melihat pantulan sinar tersebut menyilaukan mata? Mengapa?
2. Mengapa alat yang baik untuk bercermin adalah cermin datar? Jelaskan.

C. Cermin dan Sifat Bayangan

1. Cermin Datar

Ketika kamu akan berangkat ke sekolah, setelah mandi pasti kamu akan mencari cermin untuk merapikan penampilanmu sehingga menambah percaya diri. Mengapa menggunakan cermin? Cermin apakah yang kamu gunakan? Cermin yang kamu gunakan adalah cermin datar. Mengapa tidak menggunakan cermin cekung atau cermin cembung?

Permukaan cermin datar sangat halus dan memiliki permukaan yang datar pada bagian pemantulannya, biasanya terbuat dari kaca. Di belakang kaca dilapisi logam tipis mengilap sehingga tidak tembus cahaya. Ketika kamu bercermin, bayangan wajahmu ada di belakang cermin tersebut berhadap-hadapan denganmu seakan kembaran yang persis sama. Akan tetapi, posisimu menjadi berubah, tangan kanan menjadi tangan kiri, telinga kirimu menjadi telingan kanan, begitu juga seluruh anggota badanmu. Mengapa demikian? Apakah bayanganmu nyata? Apakah tinggi dan besar badanmu sama? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.5 berikut.

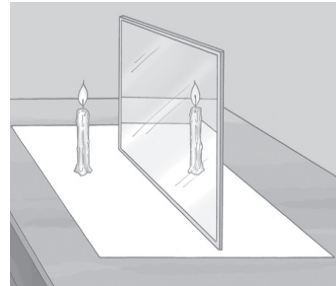
Ayo Coba 14.5

Tujuan
Mengamati pembentukan bayangan pada cermin datar

Alat dan bahan
Sebuah cermin datar, sebuah lilin, penggaris, dan kertas HVS.

Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Buatlah garis di tengah-tengah kertas HVS sehingga memotong kertas menjadi dua bagian yang sama. Letakkan cermin datar tepat pada garis tersebut.
3. Letakkan sebuah lilin yang menyala di depan cermin tersebut. Amati bayangannya. Dapatkah kamu menangkap bayangan tersebut menggunakan kertas?

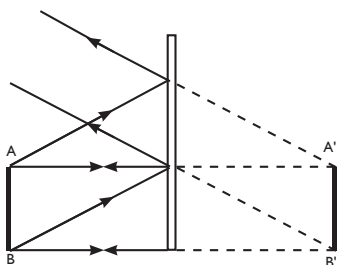
Keterangan
(1) Lilin pertama yang berada di depan cermin disebut benda.
(2) Lilin yang terlihat di belakang cermin disebut bayangan.
(3) Jarak antara benda dan cermin disebut jarak benda (s).
(4) Jarak antara bayangan dan cermin disebut jarak bayangan (s').

Pertanyaan
1. Bayangan maya atau nyatakah yang di bentuk oleh cermin datar?
2. Apakah bayangan yang terbentuk sama tegak?
3. Bagaimanakah perbandingan antara tinggi bayangan dan tinggi bendanya?
4. Bagaimanakah jarak bayangan dan jarak bendanya? Apakah sama?
5. Berikan kesimpulan dari sifat bayangan yang terjadi pada cermin datar.

Gambar 14.9
Skema percobaan untuk memperoleh bayangan pada cermin datar.

2. Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

Ketika kamu bercermin, bayanganmu tidak pernah dapat dipegang atau ditangkap dengan layar. Bayangan seperti itu disebut bayangan maya atau bayangan semu. Bayangan maya selalu terletak di belakang cermin. Bayangan ini terbentuk karena sinar-sinar pantul yang teratur pada cermin. Oleh karena itu, kamu dapat menentukan sifat-sifat bayangan pada cermin datar.

Sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar adalah sebagai berikut.

a. Bayangannya maya.
b. Bayangannya sama tegak dengan bendanya.
c. Bayangannya sama besar dengan bendanya.
d. Bayangannya sama tinggi dengan bendanya.

Gambar 14.10

Gambar bayangan pada cermin datar.

Keteraturan sinar-sinar pantul pada cermin datar dapat digunakan untuk menggambarkan bayangan secara grafis dengan cara menggambarkan sinar datang dan sinar pantulnya. Perhatikan Gambar 14.10.

Cara menggambar bayangan dengan perjalanan cahaya adalah sebagai berikut.

a. Buatlah dua berkas sinar datang sembarang ke permukaan cermin dari bagian atas benda dan dari bagian bawah benda.
b. Buatlah sinar pantul dengan menggunakan Hukum Pemantulan Cahaya, yaitu sudut datang sama dengan sudut pantul.
c. Perpanjang sinar pantul tersebut hingga bertemu pada satu titik.
d. Pertemuan titik itu adalah bayangan dari benda tersebut, terbentuk bayangan A' B'.
e. Bayangan yang terbentuk adalah hasil perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul sehingga disebut sinar maya.

3. Cermin Cekung

Selain cermin datar, ada pula cermin lengkung. Cermin tersebut adalah cermin cekung dan cermin cembung. Cermin cekung memiliki permukaan pemantul yang bentuknya melengkung atau membentuk cekungan. Garis normal pada cermin cekung adalah garis yang melalui pusat kelengkungan, yaitu di titik M atau $2F$. Sinar yang melalui titik ini akan dipantulkan ke titik itu juga.

Untuk mempelajari sifat-sifat cermin cekung, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.6 berikut.

Ayo Coba 14.6

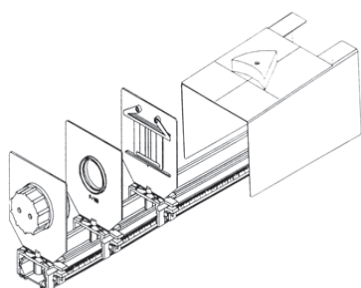
Tujuan

Mengamati jalannya sinar pada cermin cekung

Alat dan bahan

Kotak cahaya monokromatis, cermin cekung, catu daya, kisi sejajar, dan layar.

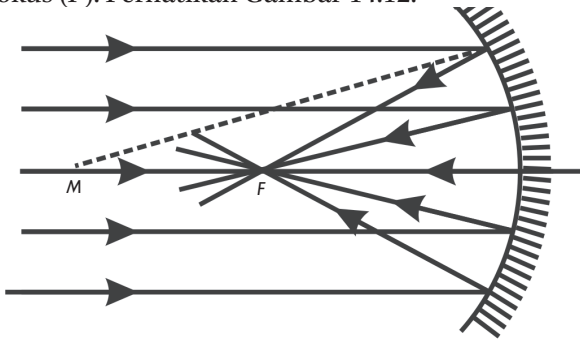
Cara kerja

1. Sediakan alat dan bahan. Sumber cahaya monokromatis dapat dibuat dengan membungkus lampu dengan plastik atau kertas berwarna.
2. Susunlah alat dan bahan seperti Gambar 14.11.
3. Nyalakan kotak cahaya yang telah dirangkai dengan kisi sejajar sehingga menghasilkan beberapa berkas cahaya. Arahkan cahaya tersebut pada permukaan cermin cekung dan amati sinar pantul yang terjadi.

Gambar 14.11

Skema percobaan untuk mengamati bayangan pada cermin cekung.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah jalannya sinar pantul yang terjadi ketika sinar sejajar dikenakan pada cermin cekung?
2. Apakah sinar-sinar pantul tersebut dapat ditangkap oleh kertas HVS?
3. Berikan kesimpulan dari sifat-sifat cermin cekung yang kamu amati.

Cermin cekung bersifat mengumpulkan sinar pantul atau konvergen. Ketika sinar-sinar sejajar dikenakan pada cermin cekung, sinar pantulnya akan berpotongan pada satu titik. Titik perpotongan tersebut dinamakan titik api atau titik fokus (F). Perhatikan Gambar 14.12.

Gambar 14.12

Cermin cekung akan mengumpulkan sinar pantul (konvergen).

Ke manakah arah sinar pantul pada cermin cekung jika sinar datang melalui titik fokus? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.7.

Ayo Coba 14.7

Tujuan

Mengamati sifat cermin cekung

Alat dan bahan

Buku, pensil, penggaris plastik, dan meja.

Cara kerja

1. Sediakan alat dan bahan seperti pada kegiatan Ayo Coba 14.6.
2. Carilah titik fokus cermin cekung dengan cara memberikan sinar datang sejajar dengan sumbu utama cermin. Berilah ciri F pada titik tersebut.
3. Lewatkan sinar datang melalui titik fokus pada cermin. Amati sinar pantulnya. Lakukan beberapa kali dari beberapa posisi.
4. Lewatkan sinar datang melalui titik di dua kali titik fokusnya, yaitu di titik M.

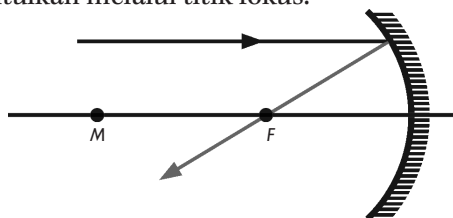
Pertanyaan

1. Bagaimanakah jalannya sinar pantul ketika sinar datang melalui titik fokus?
2. Bagaimana pula jalannya sinar pantul ketika sinar datang melalui titik M?
3. Berilah kesimpulanmu dari hasil kegiatan ini.

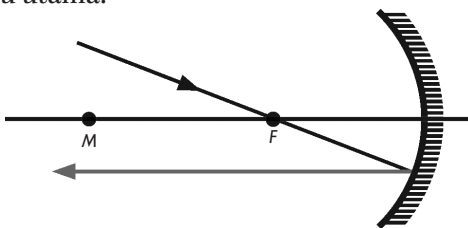
Ketika sinar-sinar datang yang melalui titik fokus mengenai permukaan cermin cekung, ternyata semua sinar tersebut akan dipantulkan sejajar dengan sumbu utama. Akan tetapi, jika sinar datang dilewatkan melalui titik *M* (2*F*), sinar pantulnya akan dipantulkan ke titik itu juga. Dari hasil kegiatan Ayo Coba 14.6 dan Ayo Coba 14.7, kamu dapat menyimpulkan bahwa pada cermin cekung terdapat sinar-sinar istimewa sebagai berikut.

a. Sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.

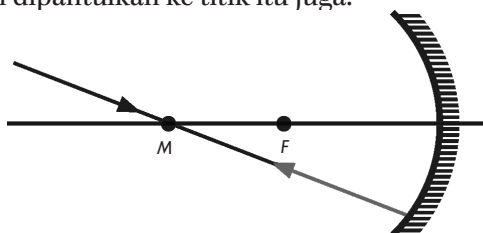
Gambar 14.13

Pemantulan sinar datang sejajar dengan sumbu utama pada cermin cekung.

b. Sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.

Gambar 14.14

Pemantulan sinar datang melalui titik fokus cermin cekung.

c. Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan ke titik itu juga.

Gambar 14.15

Pemantulan sinar datang melalui titik pusat kelengkungan.

4. Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung

Jika kamu bercermin pada cermin cekung, kamu tidak akan mendapatkan bayanganmu selalu di belakang cermin. Mengapa demikian? Bagaimanakah pembentukan bayangan pada cermin cekung? Untuk lebih memahaminya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.8 berikut.

Ayo Coba 14.8

Tujuan
Membuat bayangan sebuah benda pada cermin cekung

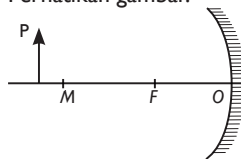
Alat dan bahan
Lilin dan cermin cekung.

Cara kerja
1. Letakkanlah di depan cermin cekung pada jarak lebih besar dari 2*F*.
2. Untuk mendapatkan bayangan benda, gunakan minimal dua sinar istimewa dengan cara sebagai berikut.
   a. Tariklah sinar datang sejajar dengan sumbu utama melewati puncak benda ke cermin (sinar a) sehingga sinar pantulnya akan melalui titik fokus (sinar c).
   b. Tarik kembali sinar datang melalui titik fokus yang melewati puncak benda ke cermin (sinar b) sehingga sinar pantulnya akan sejajar dengan sumbu utama (sinar d).
   c. Titik perpotongan kedua sinar pantul tersebut (sinar c dan d) merupakan letak puncak bayangan benda.
   d. Kamu dapat membuat bayangan pada titik tersebut dengan sifat yang bisa langsung kamu amati, yaitu nyata (karena bayangan terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul), terbalik, dan diperkecil.

Pertanyaan
Coba kamu diskusikan dengan temanmu, di manakah letak bayangan benda dan sifat-sifat bayangannya jika benda diletakkan
a. di antara titik *F* dan titik *M*,
b. di antra titik *F* dan cermin.

Gambar 14.16
Pembentukkan bayangan pada cermin cekung.

Pembahasan UN

Perhatikan gambar.

Sifat bayangan benda P yang dihasilkan cermin adalah ....
(UN 2007)
a. maya-tegak-diperbesar
b. maya-tegak-diperkecil
c. nyata-tegak-diperbesar
d. nyata-terbalik-diperkecil

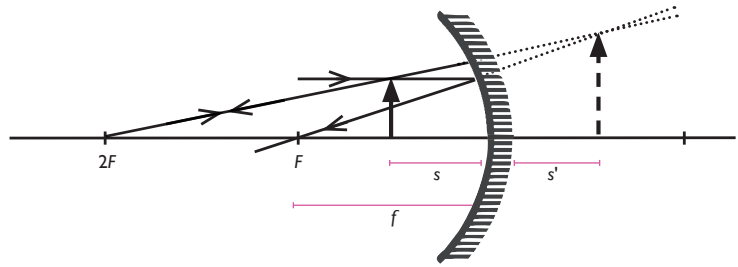
Jawaban (d)
Soal ini sama dengan contoh pembentukan bayangan benda pada Gambar 14.16. Sifat bayangan benda yang terbentuk adalah nyata, terbalik, dan diperkecil.

Ketika kamu meletakkan sebuah benda dengan jarak lebih besar daripada titik fokus cermin cekung, bayangan benda yang terjadi selalu nyata karena merupakan perpotongan langsung sinar-sinar pantulnya (di depan cermin cekung). Akan tetapi, ketika benda kamu letakkan pada jarak di antara titik fokus dan cermin, kamu tidak akan mendapatkan bayangan di depan cermin. Bayangan benda akan kelihatan di belakang cermin cekung, diperbesar, dan tegak.

Jika gambar jalannya sinar yang kamu buat pada kegiatan Ayo Coba 14.8 benar, kamu dapat membandingkannya dengan Gambar 14.17 dan Gambar 14.18.

Gambar 14.17
Bayangan benda yang diletakkan antara *F* dan *M* memiliki sifat nyata, terbalik, dan diperbesar.

Gambar 14.18

Bayangan benda yang diletakkan di antara titik fokus dan cermin memiliki sifat maya, sama tegak, dan diperbesar.

Hubungan antara jarak benda (s) dan jarak bayangan (s') akan menghasilkan jarak fokus f. hubungan tersebut secara matematis dapat ditulis

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \qquad (14–1)$$

dengan : f = jarak fokus (m),
s = jarak benda (m), dan
s' = jarak bayangan (m).

Contoh Soal 14.3

Sebuah benda diletakkan 10 cm di depan cermin cekung. Jika jarak fokus cermin tersebut 6 cm, tentukan jarak bayangan yang dibentuknya dan nyatakan sifat-sifatnya.

Penyelesaian:

Diketahui : s = 10 cm (di antara F dan M)
f = 6 cm
Ditanyakan : jarak bayangan (s)

Jawab :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{6} - \frac{1}{10}$$

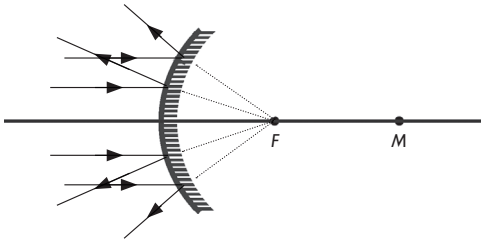
$$\frac{1}{s'} = \frac{10}{60} - \frac{6}{60} = \frac{4}{60}$$

$$s' = \frac{60}{4} = 15 \text{ cm}$$

Oleh karena jarak s' positif, bayangannya adalah nyata, diperbesar, dan terbalik.

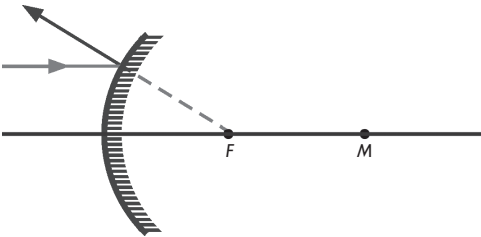
5. Cermin Cembung

Selain cermin datar dan cermin cekung, terdapat pula cermin cembung. Pada cermin cembung, bagian mukanya berbentuk seperti kulit bola, tetapi bagian muka cermin cembung melengkung ke luar. Titik fokus cermin cembung berada di belakang cermin sehingga bersifat maya dan bernilai negatif. Bagaimanakah sifat-sifat cahaya pantul pada cermin cembung?

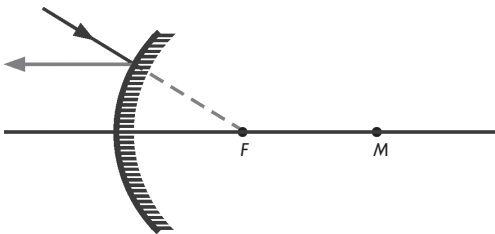
Jika sinar datang sejajar dengan sumbu utama mengenai cermin cembung, sinar pantul akan menyebar. Cermin cembung memiliki sifat menyebarkan sinar (divergen). Jika sinar-sinar pantul pada cermin cembung kamu perpanjang pangkalnya, sinar akan berpotongan di titik fokus (titik api) di belakang cermin. Pada perhitungan, titik api cermin cembung bernilai negatif karena bersifat semu.

Gambar 14.19

Cermin cembung akan menyebarkan sinar pantul (divergen).

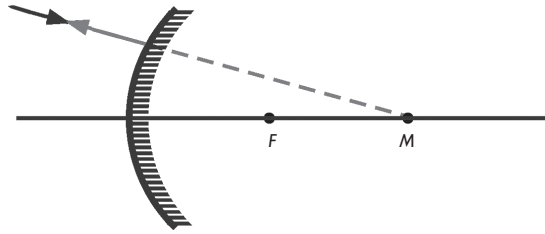
Sinar-sinar pantul pada cermin cembung seolah-olah berasal dari titik fokus menyebar ke luar. Seperti halnya pada cermin cekung, pada cermin cembung pun berlaku sinar-sinar istimewa, tetapi dengan sifat yang berbeda.

a. Sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan seolah-olah dari titik fokus.

Gambar 14.20

Pemantulan sinar datang sejajar dengan sumbu utama pada cermin cembung.

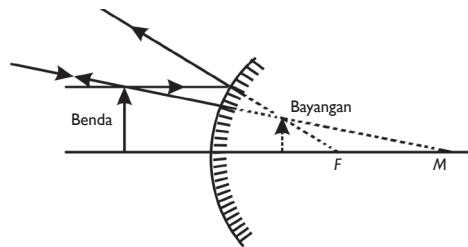
b. Sinar datang menuju titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.

Gambar 14.21

Pemantulan sinar datang menuju titik fokus cermin cembung.

c. Sinar datang menuju titik M ($2F$) akan dipantulkan seolah-olah dari titik itu juga.

Gambar 14.22

Pemantulan sinar datang menuju titik pusat kelengkungan cermin cembung.

6. Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung

Bayangan yang terbentuk pada cermin cembung selalu maya dan berada di belakang cermin. Mengapa demikian? Secara grafis, kamu cukup menggunakan dua berkas sinar istimewa untuk mendapatkan bayangan pada cermin cembung, perhatikan Gambar 14.23. sebuah lilin yang diletakkan di depan cermin cembung akan memiliki bayangan maya di belakang cermin.

Gambar 14.23

Bayangan yang terbentuk pada cermin cembung selalu maya, tegak, dan diperkecil.

Benda yang diletakkan di depan cermin cembung akan selalu menghasilkan bayangan di belakang cermin dengan sifat maya, sama tegak, dan diperkecil.

Hubungan antara jarak benda (s) dan jarak bayangan (s'), dan titik fokus (f) memiliki persamaan yang sama dengan cermin cekung. Perbedaannya, pada cermin cembung nilai jarak fokus selalu negatif.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad (14\text{–}2)$$

dengan f = bernilai negatif (–)

Contoh Soal 14.4

Sebuah cermin cembung memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm. Jika benda diletakkan pada jarak 10 cm di depan cermin, berapakah jarak bayangan benda? Sebutkan sifat-sifatnya.

Penyelesaian:

Diketahui : jari-jari (R) = 30 cm

s = 10 cm

Jawab:

Jarak fokus = $\frac{1}{2}$ jari-jari

$$f = \frac{1}{2} R = \frac{1}{2}(30 \text{ cm}) = 15 \text{ cm}$$

Karena cermin yang digunakan adalah cermin cembung, jarak fokus bernilai negatif, f = –15 cm.

Jarak bayangan benda ditentukan menggunakan Persamaan (14–2) sebagai berikut.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-15} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-15} - \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{s'} = -(\frac{2}{30} + \frac{3}{30})$$

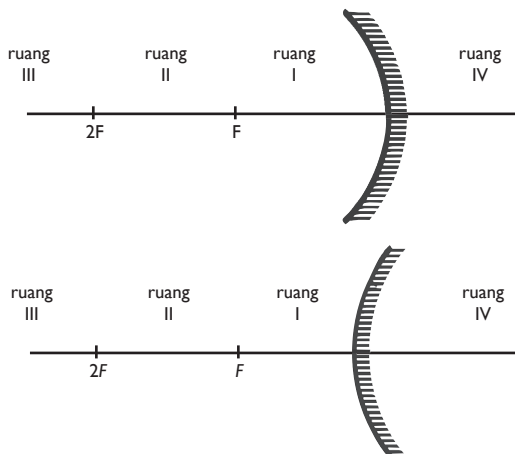
$$\frac{1}{s'} = -\frac{5}{30}$$

$$s' = -\frac{30}{5}$$

$$s' = -6 \text{ cm}$$

Jadi, jarak benda adalah –6 cm yang terletak di belakang cermin atau maya. Sifat-sifatnya adalah maya, sama tegak, dan diperkecil.

7. Penomoran Ruang Benda dan Bayangan pada Cermin

Untuk memudahkan pengecekan sifat-sifat bayangan pada cermin, dibuat nomor-nomor ruang beda dan bayangan, sebagai berikut.

Gambar 14.24

Penomoran ruang cermin cekung

Gambar 14.25

Penomoran ruang cermin cembung

Aturan pemakaian untuk penomoran ruang cermin cekung dan cembung adalah sebagai berikut.

a. Ruang benda dan ruang bayangan menggunakan nomor ruang yang sama.
b. Jumlah nomor ruang benda dan bayangan harus sama dengan lima.
c. Bayangan yang berada di depan cermin selalu nyata dan terbalik dan bayangan di belakang cermin selalu maya dan sama tegak.
d. Jika nomor bayangan lebih besar daripada nomor benda, bayangan diperbesar.
e. Jika nomor bayangan lebih kecil daripada nomor benda, bayangan diperkecil.

Contoh Soal 14.5

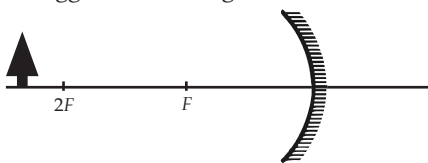
Benda diletakkan pada jarak 7 cm di depan cermin cekung yang bertitik fokus 6 cm. Terletak di ruang manakah bayangan yang terjadi? Sebutkan sifat-sifatnya.

Penyelesaian:

Ruang benda di antara F dan M atau di ruang II sehingga bayangan harus di ruang III supaya jumlahnya lima. Ruang III berada di depan cermin sehingga sifat bayangannya adalah maya, terbalik, dan diperbesar.

Soal Penguasaan Materi 14.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Gambarlah bayangan benda berikut menggunakan cara grafis.

2. Sebuah cermin cekung memiliki jarak 6 cm. Gambarkan bayangan benda dan tentukan sifat-sifatnya jika benda tersebut diletakkan pada jarak:
   a. 2 cm,
   b. 6 cm,
   c. 8 cm, dan
   d. 12 cm.
3. Sebuah cermin cembung memiliki jarak fokus 10 cm. Lukislah jalannya sinar dan bayangan yang terjadi menggunakan sinar-sinar istimewa, kemudian cocokkan hasilnya dengan perhitunganmu jika benda diletakkan pada jarak:
   a. 2 cm,
   b. 10 cm, dan
   c. 12 cm.

D. Pembiasan Cahaya

Ketika kamu memasukkan sebagian pensil ke dalam air, apa yang terjadi? Seakan-akan pensilmu menjadi patah. Mengapa demikian? Kamu telah mempelajari sifat-sifat cahaya pada

benda yang tidak tembus cahaya. Bagaimanakah jika cahaya tersebut mengenai benda bening yang tembus cahaya? Untuk memahaminya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.9.

Ayo Coba 14.9

Tujuan

Mengamati pembiasan cahaya pada kaca plan paralel

Alat dan bahan

Kotak cahaya monokromatis, catu daya, kertas HVS, penggaris, dan kaca plan paralel.

Cara kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Rangkaikan kotak cahaya dengan catu daya dan pilihlah kisi tunggal untuk mendapatkan satu berkas cahaya.
3. Letakkan kaca plan paralel di atas kertas HVS dan buatlah batas-batas dari kaca tersebut pada kertas.
4. Lewatkan seberkas cahaya tunggal pada kaca plan paralel dengan membentuk sudut tertentu. Amati perjalanan sinarnya.
5. Tandai arah sinar datang dan arah sinar setelah keluar dari kaca.
6. Matikan catu daya dan angkat kaca plan paralel, kemudian tariklah garis perjalanan sinar hasil pengamatan tersebut.

Pertanyaan

1. Apakah berkas cahaya yang masuk ke dalam kaca dan pada saat keluar dari kaca membentuk garis lurus?
2. Apakah kerapatan massa udara dan kerapatan massa kaca sama?
3. Apakah besarnya sudut datang dan sudut bias di dalam kaca sama?

Gambar 14.26

Cahaya tunggal dilewatkan pada kaca plan paralel.

Berkas cahaya dari udara yang masuk ke dalam kaca akan mengalami pembelokan. Peristiwa tersebut disebut pembiasan cahaya. Hal ini disebabkan medium udara dan medium kaca memiliki kerapatan optik yang berbeda. Jadi, kamu dapat menyimpulkan bahwa pembiasan cahaya terjadi akibat cahaya melewati dua medium yang berbeda kerapatan optiknya.

Sinar bias akan mendekati garis normal ketika sinar datang dari medium kurang rapat (udara) ke medium lebih rapat (kaca). Sinar bias akan menjauhi garis normal ketika cahaya merambat dari medium lebih rapat (kaca) ke medium kurang rapat (udara).

Terjadinya pembiasan tersebut telah dibuktikan oleh seorang ahli matematika dan perbintangan Belanda pada 1621 bernama Willebrord Snell. Kesimpulan hasil percobaannya dirumuskan dan dikenal dengan Hukum Snellius.

Gambar 14.27

Sinar datang sejajar dengan sinar yang keluar dari kaca plan paralel.

Hukum Snellius menyatakan sebagai berikut.

1. Sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
2. Jika sinar datang dari medium yang kurang rapat menuju medium yang lebih rapat, sinar akan dibiaskan mendekati garis normal. Jika sinar datang dari medium yang lebih rapat menuju medium yang kurang rapat, sinar akan dibiaskan mendekati garis normal.

I. Indeks Bias

Berkas cahaya yang melewati dua medium yang berbeda menyebabkan cahaya berbelok. Di dalam medium yang lebih rapat, kecepatan cahaya lebih kecil dibandingkan pada medium yang kurang rapat. Akibatnya, cahaya membelok. Perbandingan laju cahaya dari dua medium tersebut disebut indeks bias dan diberi simbol (n). Jika cahaya merambat dari udara atau hampa ke suatu medium, indeks biasnya disebut indeks bias mutlak. Secara matematis dituliskan.

$$n = \frac{c}{v} \qquad (14\text{–}4)$$

dengan: n = indeks bias mutlak,
c = laju cahaya (m/s), dan
v = laju cahaya dalam medium (m/s).

Indeks bias mutlak dari beberapa medium diperlihatkan pada Tabel 14.1 berikut.

Hal Penting
Key Point

Ketika cahaya dibiaskan, perbandingan $\frac{\sin i}{\sin r}$ adalah tetap. Nilai tetapan ini disebut indeks bias medium. Nilai tersebut juga sama dengan perbandingan antara kecepatan cahaya di ruang vakum dan kecepatan cahaya di medium, $n = \frac{c}{v}$

When light is refracted, the ratio $\frac{\sin i}{\sin r}$ is a constant. The value of this constant is the refractive index of the medium. It is also equal to the ratio of the speed of light in vacuo to the speed of light in the medium, $n = \frac{c}{v}$

Tabel 14.1 Indeks Bias dari Beberapa Medium

No.	Medium	Indeks
1	Vakum	1,0000
2	Udara	1,0003
3	Air (20°C)	1,33
4	Kuarsa	1,46
5	Kerona	1,52
6	Flinta	1,58
7	Kaca plexi	1,51
8	Intan	2,42

Sumber: *Fundamentals of Physics*, 2001

Jika salah satu medium tersebut bukan udara, perbandingan laju cahaya tersebut merupakan nilai relatif atau indeks bias relatif. Misalnya, berkas cahaya merambat dari medium 1 dengan kelajuan v_1 masuk pada medium 2 dengan kelajuan v_2, indeks bias relatif medium 2 terhadap medium 1 adalah:

$$n_1 = \frac{c}{v_1}, n_2 = \frac{c}{v_2}$$

maka $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2}$

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} \quad (14\text{–}3)$$

dengan: n_{21} = indeks bias relatif medium 2 terhadap medium 1,

v_1 = laju di medium 1 (m/s), dan

v_2 = laju di medium 2 (m/s).

2. Sudut Deviasi

Prisma adalah benda bening, seperti kaca plan paralel yang ujungnya membentuk sudut. Pada saat kamu mempelajari perjalanan cahaya pada kaca plan pararel, kamu tahu bahwa cahaya yang datang dari udara akan sejajar setelah melewati kaca dan kembali ke udara. Bagaimanakah perjalanan sinar pada prisma? Untuk memahaminya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.10.

Ayo Coba 14.10

Tujuan
Mengamati jalannya sinar pada prisma

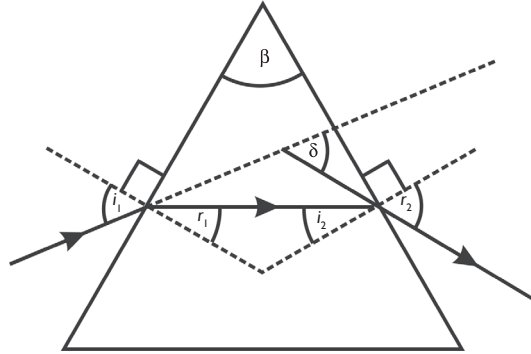
Alat dan bahan
Kotak cahaya, prisma, kertas HVS, pensil, dan penggaris.

Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Letakkan prisma pada kertas HVS dan buatlah tanda dari sisi-sisi alas prisma.
3. Jatuhkan seberkas cahaya pada permukaan prisma. Amati perjalanan sinarnya.
4. Buatlah garis perjalanan sinar pada kertas HVS yang telah kamu beri tanda.
5. Perpanjang sinar datang pertama sampai keluar dari prisma. Bandingkan dengan sinar bias akhir.

Pertanyaan
1. Apakah sinar datang pertama dengan sinar bias akhir berpotongan?
2. Berilah kesimpulanmu dari hasil percobaan tersebut.

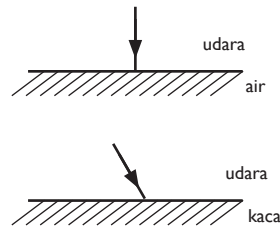
Ketika sinar dilewatkan pada prisma, ternyata terjadi penyimpangan arah sinar datang pertama dengan sinar bias akhir. Hal ini diakibatkan karena ujung-ujung prisma membentuk sudut. Sudut yang dibentuk antara perpanjangan sinar datang pertama dan sinar bias akhir disebut sudut deviasi atau sudut penyimpangan.

Gambar 14.28

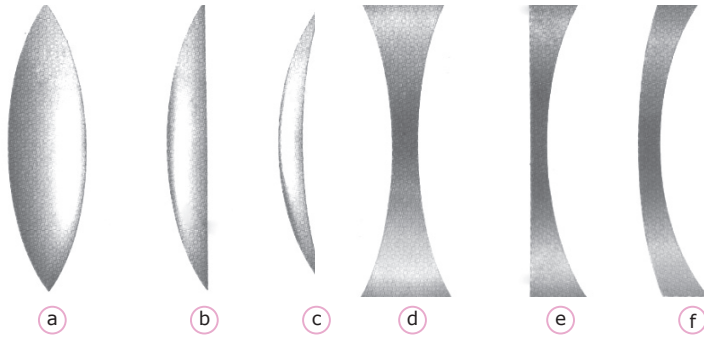
Perambatan sinar pada prisma segitiga.

dengan δ = sudut deviasi
i_1 = sudut datang pertama
r_1 = sinar bias pertama
i_2 = sudut datang akhir
r_2 = sinar bias akhir
β = sudut pembias prisma

Soal Penguasaan Materi 14.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Perhatikan Tabel 6.1, apakah yang akan terjadi jika berkas cahaya:
   a. dari air masuk ke kaca;
   b. dari kaca kerona masuk ke es?
2. Hitunglah berapa kelajuan cahaya pada kaca apabila indeks bias mutlak kaca 1,46 dan laju cahaya di udara 3×10^8 m/s.
3. Gambarkan perjalanan sinarnya apabila cahaya merambat seperti pada gambar berikut.

E. Lensa

Ketika kamu melihat ikan di dalam akuarium bundar, kamu akan melihat ukuran ikan lebih besar daripada ukuran sebenarnya. Mengapa demikian? Pernahkah kamu melihat ikan di dalam akuarium bundar yang berada di Sea World Ancol? Akuarium berbentuk bundar berfungsi seperti lensa. Lensa biasanya digunakan untuk membantu supaya orang yang cacat mata bisa melihat objek dengan jelas. Apakah lensa itu?

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua permukaan berdasarkan bentuk permukaannya. Lensa dibedakan menjadi enam macam, yaitu lensa cembung rangkap (bikonveks), lensa cembung datar (plan konveks), lensa cembung-cekung (konkaf-konveks), lensa cekung rangkap (bikonkaf), lensa cekung datar (plan konkaf), dan lensa cekung-cembung (konveks-konkaf).

Gambar 14.29

Jenis lensa
1. Lensa cembung
   (a) bikonveks,
   (b) plan konveks,
   (c) konkaf-konveks,
2. Lensa cekung
   (d) bikonkaf
   (e) plan konkaf, dan
   (f) konveks-konkaf.

1. Lensa Cembung

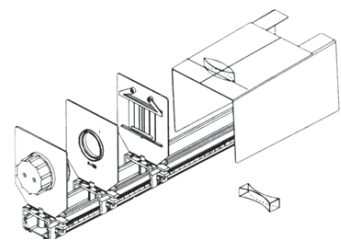
Lensa cembung memiliki ciri lebih tebal di tengah-tengahnya daripada pinggirnya (Gambar 14.29 a, b, dan c). Apabila kamu raba, akan terasa permukaan di bagian tengahnya lebih cembung. Bagaimanakah sifat-sifat lensa cembung apabila dikenai cahaya? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.11.

Ayo Coba 14.11

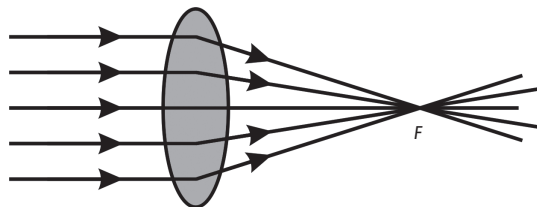
Tujuan
Mengamati perjalanan sinar pada lensa cembung

Alat dan bahan
Kotak cahaya, beberapa lensa cembung, kertas HVS, dan penggaris.

Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Pegang dan rabalah permukaan lensa cembung dan bedakan dengan lensa yang lain.
3. Letakkan lensa cembung di tengah-tengah kertas HVS.
4. Jatuhkan sinar sejajar sumbu utama lensa cembung.
5. Amati berkas sinar sejajar tersebut setelah melewati lensa cembung.

Pertanyaan
1. Ketika sinar sejajar dilewatkan pada lensa cembung, apakah yang terjadi pada sinar biasnya?
2. Titik apakah hasil pertemuan sinar bias yang tampak paling terang pada layar? Apakah titik api itu nyata?

Gambar 14.30

Skema percobaan pengamatan sinar pada lensa cembung.

Jika sinar-sinar sejajar kamu lewatkan pada lensa cembung, sinar-sinar biasnya akan berkumpul pada satu titik. Sifat lensa cembung adalah mengumpulkan sinar (konvergen). Titik pertemuan sinar-sinar bias disebut titik fokus (titik api).

Gambar 14.31

Lensa cembung bersifat konvergen atau mengumpulkan sinar.

Arahkanlah sebuah lensa cembung pada sinar matahari, kemudian letakkan di bawahnya secarik kertas. Aturlah jarak kertas ke lensa sampai titik api lensa tepat pada kertas. Diamkan beberapa saat. Apakah yang terjadi? Jika Matahari cukup terik, sinar bias cahaya matahari akan membakar kertas. Hal tersebut membuktikan bahwa titik fokus lensa cembung bersifat nyata dan bernilai positif.

2. Lensa Cekung

Lensa cekung adalah lensa yang bagian tengahnya berbentuk cekung lebih tipis dari bagian tepinya. Beberapa bentuk lensa cekung diperlihatkan pada Gambar 14.29 d, e, dan f. Bagaimanakah sifat-sifat lensa cekung? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 14.12.

Ayo Coba 14.12

Tujuan

Menentukan titik fokus (*F*) pada lensa cekung

Alat dan bahan

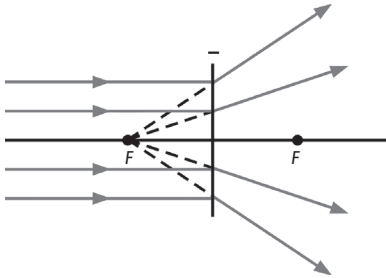
Beberapa lensa cekung, kotak cahaya, kisi sejajar, dan catu daya.

Cara kerja

1. Sediakan alat dan bahan.
2. Rabalah beberapa lensa cekung. Apakah yang membedakannya dengan lensa cembung?
3. Jatuhkan sinar sejajar pada lensa cekung rangkap (bikonkaf). Amati perjalanan sinar biasnya.

Pertanyaan

1. Ketika sinar sejajar dilewatkan pada lensa cekung, apakah yang akan terjadi pada sinar biasnya?
2. Di manakah letak titik fokus lensa cekung?
3. Apakah titik api (titik fokus) tersebut dapat ditangkap oleh layar?
4. Jadi, apakah sifat titik fokus lensa cekung tersebut?

Jika sinar-sinar sejajar dikenakan pada lensa cekung, sinar-sinar biasnya akan menyebar seolah-olah berasal dari satu titik yang disebut titik fokus.

Gambar 14.32

Lensa cekung bersifat divergen atau menyebarkan sinar.

Titik fokus lensa cekung berada pada sisi yang sama dengan sinar datang sehingga titik fokus lensa cekung bersifat maya atau semu dan bernilai negatif.

Soal Penguasaan Materi 14.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan lensa?
2. Termasuk jenis lensa apakah kaca spion pada kendaraan bermotor?
3. Bagaimana sifat-sifat lensa cekung dan lensa cembung?

F. Bayangan pada Lensa

Ketika kamu menggunakan kacamata, lup, teropong, atau alat lainnya yang menggunakan lensa, yang kamu lihat adalah hasil pertemuan sinar-sinar bias. Bagaimanakah sifat-sifat bayangan ini? Untuk mengetahuinya, lakukan dahulu kegiatan Ayo Coba 14.13.

Ayo Coba 14.13

Tujuan

Mengamati bayangan pada lensa

Alat dan bahan

Sebuah lensa cembung dan lensa cekung.

Cara kerja

1. Sediakan alat dan bahan.
2. Dekatlah masing-masing lensa pada tulisan di bukumu.
3. Geser-geserlah jarak antara tulisan dan lensa. Amati hasil yang ditunjukkan masing-masing lensa.

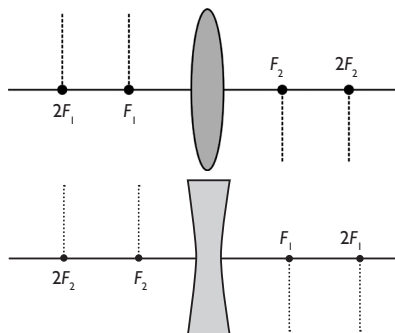
Pertanyaan

1. Bandingkan bayangan yang terbentuk oleh lensa cembung dan lensa cekung. Apakah terdapat perbedaan?
2. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan tersebut?

Ketika kamu dekatkan lensa cembung pada jarak tertentu ke tulisan di bukumu, kamu dapat melihat jelas tulisanmu membesar. Akan tetapi, jika jarak lensa dan tulisanmu diperbesar ternyata bayangan tidak terus membesar, tetapi menghilang. Mengapa hal ini terjadi?

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua permukaan lengkung sehingga pada lensa terdapat dua titik fokus seperti diperlihatkan pada Gambar 14.33 dan Gambar 14.34.

Gambar 14.33

Sketsa lensa cembung beserta letak titik fokusnya.

Gambar 14.34

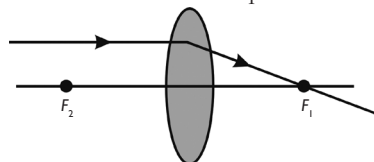
Sketsa lensa cekung beserta letak titik fokusnya.

1. Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung

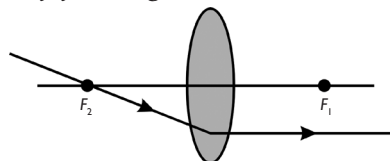
Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung adalah sebagai berikut.

a. Sinar yang datang sejajar dengan sumbu utama akan dibiaskan melalui titik fokus F_1.

Gambar 14.35

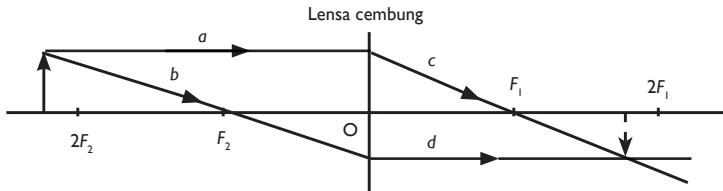
Pembiasan sinar datang sejajar sumbu utama pada lensa cembung.

b. Sinar yang datang melalui titik fokus pasif F_2 akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.

Gambar 14.36

Pembiasan sinar datang melalui titik fokus pasif pada lensa cembung.

c. Sinar yang melalui titik pusat optik (O) akan diteruskan (tidak dibiaskan).

Gambar 14.37

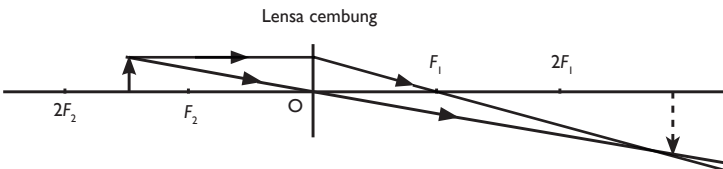
Sinar yang melalui titik pusat lensa cembung tidak dibiaskan.

Sama halnya seperti ketika kamu melukis bayangan pada cermin maka ketika melukis bayangan pada lensa cembung pun cukup menggunakan dua sinar istimewa. Bayangan yang tejadi merupakan hasil perpotongan sinar-sinar bias atau perpanjangan sinar-sinar bias. Misalnya, benda diletakkan pada jarak lebih besar daripada F_2. Di manakah bayangannya? Perhatikan Gambar 14.38.

Gambar 14.38

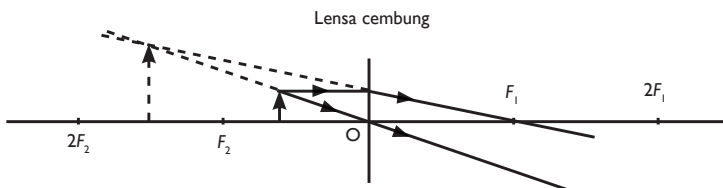
Jalannya garis-garis sinar pada lensa cembung jika benda diletakkan dengan jarak lebih besar dari $2F_2$.

Sinar datang sejajar dengan sumbu utama (sinar a) akan dibiaskan melalui titik fokus F_1 (sinar c) dan sinar datang melalui titik fokus F_2 (sinar b) akan dibiaskan sejajar sumbu utama (sinar d). Hasil perpotongan sinar-sinar bias (sinar c dan d) membentuk satu titik ujung bayangan. Jika kamu tarik garis tegak lurus dari sumbu utama ke titik itu akan terbentuk bayangan nyata. Jika benda diletakkan pada jarak lebih besar dari pada $2F$, sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan diperkecil.

Bayangan pada lensa cembung untuk beberapa posisi diperlihatkan pada Gambar 14.39 dan Gambar 14.40.

Jika benda diletakkan antara F_2 dan $2F_2$, sifat bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar.

Gambar 14.39

Bayangan benda yang terbentuk jika benda diletakkan di antara titik F_2 dan $2F_2$.

Jika benda diletakkan pada jarak lebih kecil daripada F_2, sifat bayangannya adalah maya, sama tegak, dan diperbesar.

Gambar 14.40

Bayangan benda yang berada di antara F_2 dan *O* bersifat maya, tegak, dan diperbesar.

Jika benda diletakkan pada titik F_2 atau $2F_2$ bayangan yang terbentuk seperti pada Gambar 14.41 dan Gambar 14.42.

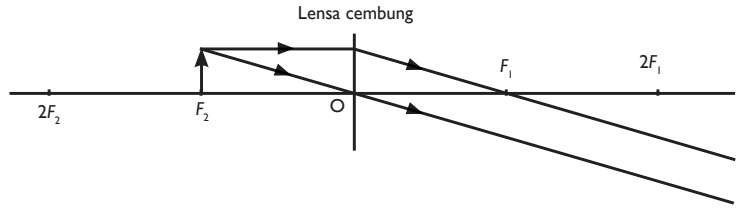
Lensa cembung

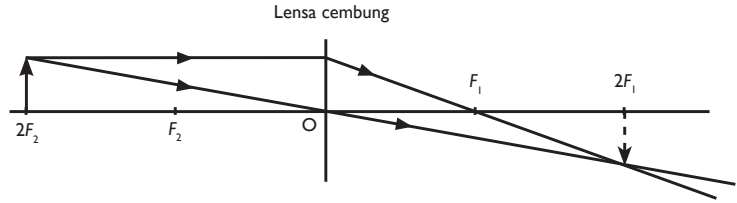
2F₂ F₂ O F₁ 2F₁

Gambar 14.41

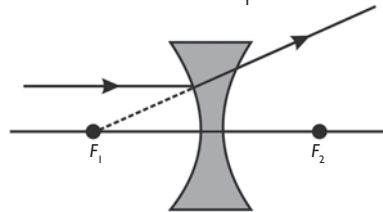
Benda yang diletakkan di titik fokus akan berada di tempat yang jauh tidak terhingga.

Lensa cembung

2F₂ F₂ O F₁ 2F₁

Gambar 14.42

Benda yang diletakkan pada titik $2F_2$ sifatnya nyata, terbalik, dan diperbesar.

2. Pembentukan Bayangan pada Lensa Cekung

Seperti halnya pada lensa cembung, untuk menggambarkan bayangan pada lensa cekung pun dapat digunakan perjalanan tiga sinar istimewanya. Tiga sinar istimewa pada lensa cekung adalah sebagai berikut.

1. Sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan dibiaskan seolah-olah dari titik fokus F_1.

Gambar 14.43

Pembiasan sinar datang sejajar sumbu utama pada lensa cekung.

2. Sinar datang menuju titik fokus pasif F_2 akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.

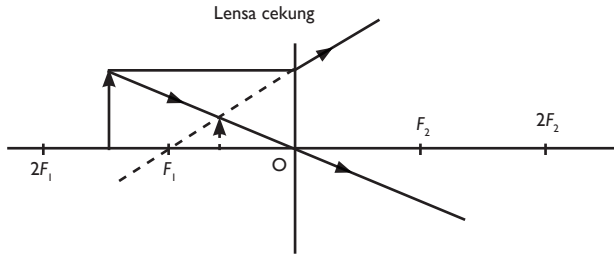
Gambar 14.44

Pembiasan sinar datang menuju titik fokus pasif pada lensa cekung.

3. Sinar datang melalui pusat lensa *O* akan diteruskan.

Gambar 14.45

Sinar datang melalui pusat lensa cekung akan diteruskan.

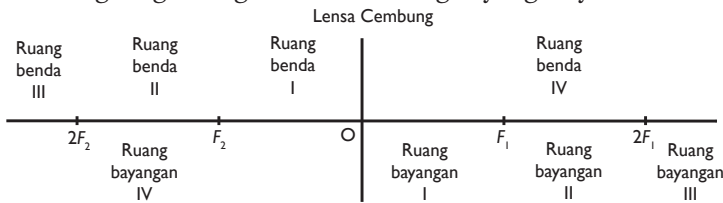
Untuk melukiskan bayangan pada lensa cekung cukup digunakan dua berkas sinar istimewa saja. Perhatikan Gambar 14.46 berikut.

Gambar 14.46

Bayangan benda yang terbentuk oleh lensa cekung selalu bersifat maya, tegak, dan diperkecil.

Oleh karena benda harus diletakkan di depan lensa, bayangan yang terjadi akan selalu sama, yaitu maya, sama tegak, dan diperkecil.

3. Pembagian Ruang pada Lensa

Untuk memudahkan pemeriksaan bayangan, kamu dapat membagi-bagi ruang benda dan ruang bayangan, yaitu:

Lensa Cembung
Ruang benda III
Ruang benda II
Ruang benda I
Ruang benda IV
$2F_2$
F_2
O
F_1
$2F_1$
Ruang bayangan IV
Ruang bayangan I
Ruang bayangan II
Ruang bayangan III

Gambar 14.47

Penomoran ruang pada lensa cembung.

Aturan pemakaian ruang benda dan bayangan adalah sebagai berikut.

a. Jumlah ruang benda dan ruang bayangan sama dengan 5 (lima).
b. Jika nomor ruang bayangan lebih besar dari ruang benda, bayangan akan diperbesar.
c. Jika nomor ruang bayangan lebih kecil daripada ruang benda, bayangan akan diperkecil.
d. Jika bayangan berada di belakang lensa, sifatnya nyata dan terbalik.
e. Jika bayangan berada di depan lensa, sifatnya maya dan sama tegak.

Contoh Soal 14.6

Sebuah benda diletakkan di ruang antara F_2 dan $2F_2$. Di manakah letak bayangannya? Sebutkan sifat-sifatnya.

Penyelesaian:

Ruang benda berada di antara F_2 dan $2F_2$ berarti ruang II. Agar jumlah ruang benda dan ruang bayangan sama dengan 5, berarti bayangan ada di ruang III. Oleh karena ruang bayangan lebih besar dari ruang benda, bayangan memiliki sifat nyata, terbalik, dan diperbesar.

Soal Penguasaan Materi 14.6

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Dari bayangan-bayangan yang terbentuk pada Gambar 14.42 sampai Gambar 14.44, gambar manakah yang merupakan fungsi dari kaca pembesar (lup)?
2. Di manakah letak bayangan jika benda diletakkan di titik fokus? Gambarkan.

G. Dispersi Cahaya

Kamu akan melihat suatu benda sesuai dengan warnanya ketika cahaya matahari atau cahaya putih mengenai benda tersebut. Akan tetapi, kamu tidak akan melihat warna sebenarnya jika yang dikenakan padanya adalah cahaya warna lain. Mengapa demikian? Warna benda akan terlihat ketika ada warna cahaya tertentu yang dipantulkan ke mata kamu. Kamu akan melihat orang memakai baju berwarna merah apabila dari baju orang tersebut ada warna merah yang dipantulkan ke mata kamu. Kamu akan melihat daun pisang berwarna hijau jika daun pisang tersebut memantulkan warna hijau ke matamu.

Kamu dapat melihat warna sebuah benda ketika cahaya matahari menerangi suatu benda. Semua warna cahaya, seperti merah, kuning, biru, jingga, atau hijau dapat dibedakan oleh mata kamu ketika matahari meneranginya. Hal ini menunjukkan bahwa cahaya matahari memiliki semua warna cahaya. Cahaya seperti ini disebut cahaya polikromatik. Bagaimana membuktikannya? Marilah kita lakukan kegiatan Ayo Coba 14.14.

Ayo Coba 14.14

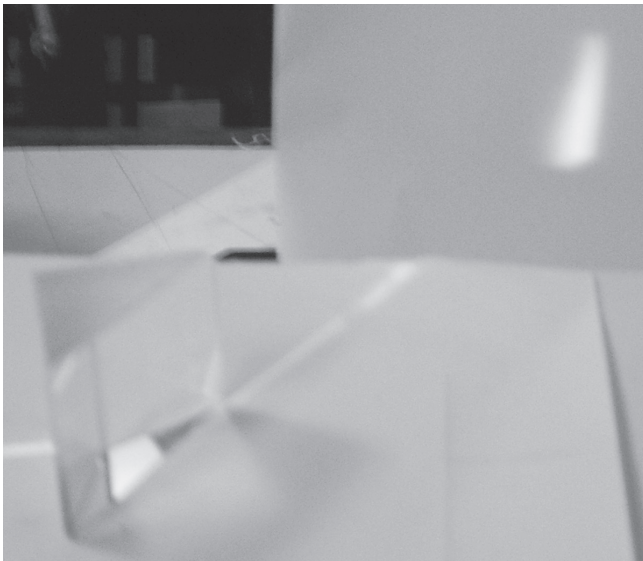
Tujuan
Mengamati perjalanan sinar pada lensa

Alat dan bahan
Kotak cahaya, catu daya, dan prisma.

Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Peganglah sebuah prisma dan arahkan pada sinar matahari. Tangkaplah sinar bias dari prisma oleh kertas putih. Amati hasilnya.
3. Jatuhkan seberkas cahaya pada prisma dan tangkaplah sinar biasnya oleh kertas putih. Amati yang terjadi.

Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi ketika cahaya polikromatik melewati prisma?
2. Warna apakah yang kamu lihat?
3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari hasil pengamatanmu?

Ketika cahaya putih (polikromatik) dilewatkan pada prisma, ternyata sinar biasnya akan terurai menjadi beberapa cahaya yang dikenal dengan warna pelangi. Warna pelangi yang terbentuk membentuk deretan warna kontinu. Kadangkala, kamu tidak dapat membedakan batas satu dengan yang lainnya. Hasil pengamatan menunjukkan ada tujuh warna cahaya yang diuraikan, yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Penguraian warna putih menjadi warna-warna cahaya pembentuknya disebut dispersi cahaya.

Sumber: *Dokumentasi Penerbit*

Gambar 14.48

Penguraian cahaya atau dispersi cahaya pada prisma.

Soal Penguasaan Materi 14.7

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa yang dimaksud dengan dispersi?
2. Jelaskan perbedaan antara cahaya monokromatik dan cahaya polikromatik.

Rangkuman

- Cahaya merambat lurus menyebabkan terjadinya bayang-bayang benda tidak tembus cahaya.
- Hukum Pemantulan Cahaya:
  a. besar sudut datang sama dengan besar sudut pantul;
  b. sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
- Pemantulan baur disebabkan oleh bidang pantul yang tidak rata sehingga cahaya yang terpantul menjadi berbaur ke segala arah.
- Pemantulan teratur disebabkan oleh bidang pantul yang rata sehingga cahaya yang dipantulkan menjadi sejajar.
- Cermin cekung bersifat konvergen, yaitu mengumpulkan berkas-berkas cahaya yang dipantulkannya.
- Pembentukan bayangan pada cermin cekung akan berpotongan di satu titik yang dinamakan titik fokus.
- Titik fokus cermin cekung berada di depan cermin dan bersifat nyata.
- Cermin cembung bersifat divergen, yaitu berkas cahaya yang dipantulkan akan menyebar.
- Bayangan yang dibentuk cermin cembung di manapun bendanya diletakkan, asalkan di depan cermin, memiliki sifat maya, tegak, dan diperkecil.
- Pada cermin cekung dan cermin cembung, hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan tititk fokus adalah:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

- Pembiasan cahaya adalah peristiwa pembelokan berkas cahaya melewati dua medium yang berbeda.
- Hukum Snellius pertama menyatakan:
  a. sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
  b. sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat akan dibiaskan mendekati garis normal dan sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat akan dibiaskan menjauhi garis normal.
- Perbandingan kecepatan cahaya di udara dan kecepatan cahaya di medium disebut indeks bias.
- Sudut penyimpangan sinar datang dengan sinar bias yang keluar dari prisma ke udara disebut sudut deviasi.
- Lensa cembung bersifat konvergen.
- Titik fokus lensa cembung bersifat maya.
- Alat yang menggunakan lensa cembung adalah lup, kamera, dan mikroskop.
- Lensa cekung bersifat divergen atau menyebarkan sinar.
- Titik fokus lensa cekung bersifat maya.
- Peristiwa terurainya warna putih menjadi tujuh warna cahaya disebut dispersi.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Cahaya. Sangat menarik, bukan? Dapat kamu bayangkan apabila tidak ada cahaya? Kehidupan tidak akan berjalan sebagaimana mestinya. Manusia yang dilengkapi oleh Tuhan dengan kemampuan berkreasi telah menciptakan banyak hal dari sifat yang dimiliki cahaya, seperti alat-alat optik yang akan kamu pelajari di Bab 15.

Adakah materi di Bab ini yang belum kamu mengerti? Ayo baca kembali hingga kamu benar-benar paham. Lengkapi pemahamanmu dengan membaca literatur-literatur dari buku, majalah, koran, dan internet. Diskusikan materi bab ini dengan teman-temanmu yang lain. Kalian pasti akan menemukan sesuatu tentang cahaya yang tidak diajarkan di kelas. Selamat belajar.

Tes Kompetensi Bab 14

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Berikut ini merupakan bunyi hukum pemantulan:
   1) sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar;
   2) sinar datang dan sinar pantul memiliki arah yang sama;
   3) sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.

   Pernyataan yang benar adalah ....
   a. 1, 2, dan 3
   b. 1 dan 2
   c. 1 dan 3
   d. 2 dan 3
2. Bayang-bayang umbra terjadi karena ....
   a. sumber cahaya kecil sehingga berkas cahaya dapat dianggap sebagai sebuah titik
   b. sumber cahaya sama dengan titik
   c. sumber cahaya lebih besar daripada benda
   d. sumber cahaya lebih jauh daripada benda
3. Apabila cahaya mengenai permukaan yang tidak rata ....
   a. cahaya akan dipantulkan teratur
   b. cahaya akan diserap
   c. cahaya akan dipantulkan baur
   d. cahaya akan dibelokkan
4. Bayangan yang terbentuk dari cermin datar adalah ....
   a. bayangan maya
   b. bayangan nyata
   c. bayangan sejati
   d. bayang-bayang
5. Seberkas sinar datang dari udara (n = 1) dengan sudut 45° terhadap garis normal. Jika diketahui sudut bias sinar adalah 30°, indeks bias medium tersebut adalah ....
   a. $\sqrt{2}$
   b. $\frac{1}{2}\sqrt{2}$
   c. $\sqrt{3}$
   d. $\frac{1}{2}\sqrt{3}$
6. Cahaya matahari yang datang pada cermin cekung sejajar dengan sumbu utama ....
   a. akan dikumpulkan pada titik fokus
   b. akan dikumpulkan pada titik kelengkungan cermin
   c. akan dipantulkan sejajar
   d. akan dipantulkan tidak beraturan
7. Sinar-sinar sejajar yang jatuh pada cermin cekung akan dikumpulkan pada satu titik. Hal ini membuktikan bahwa cermin cekung bersifat ....
   a. divergen
   b. menyebarkan sinar
   c. konvergen
   d. membiaskan cahaya
8. Lensa yang memiliki sifat menyebarkan berkas cahaya adalah ....
   a. lensa cekung
   b. lensa cembung
   c. lensa cembung datar
   d. lensa bikonveks
9. Jika sebuah benda berada di ruang II cermin cekung (antara F dan $2F$), sifat bayangan yang terjadi adalah ....
   a. maya, diperbesar, terbalik, di belakang lensa
   b. nyata, diperkecil, terbalik, di depan lensa
   c. maya, diperkecil, tidak terbalik, di depan lensa
   d. nyata, diperbesar, terbalik, di belakang lensa
10. Agar benda pada cermin cekung dihasilkan sifat bayangan maya dan diperbesar maka harus di letakkan di ....

a. antara F dan M
b. di titik F
c. antara F dan O
d. di titik M

11. Sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung adalah
    (1) nyata
    (2) tegak
    (3) sama besar
    (4) maya

    Pernyataan di atas yang benar adalah ....
    a. (1) dan (2)
    b. (1) dan (3)
    c. (2) dan (4)
    d. (4) saja

12. Sudut deviasi adalah ....
    a. sudut antara sinar datang dan sinar bias pada prisma
    b. sudut antara sinar datang dan sinar bias pada kaca plan paralel
    c. sudut antara perpanjangan sinar datang dan perpanjangan sinar bias akhir
    d. sudut antara perpanjangan sinar bias pertama dan sinar bias akhir

13. Sifat lensa cembung adalah ....
    a. mengumpulkan sinar
    b. membuat bayangan nyata
    c. membuat bayangan maya
    d. menyebarkan sinar

14. Berikut ini merupakan penggunaan lensa cembung, *kecuali* ....
    a. kaca pembesar
    b. kacamata
    c. mikroskop
    d. lampu sorot

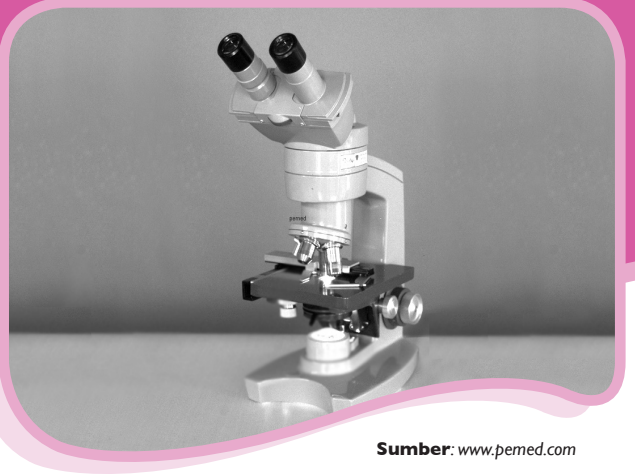
15. Penguraian warna putih menjadi warna-warna cahaya pembentuknya disebut ....
    a. dispersi cahaya
    b. difraksi cahaya
    c. refleksi cahaya
    d. refraksi cahaya

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. a. Sebutkan contoh dalam kehidupan sehari-hari yang memperlihatkan bahwa cahaya merambat lurus.
   b. Bagaimana cara membuktikan bahwa cahaya merambat lurus?
2. Jelaskan terjadinya bayang-bayang umbra dan bayang-bayang penumbra.
3. Apakah kegunaan cermin cekung dan cermin cembung dalam kehidupan sehari-hari?
4. Lukislah bayangan benda pada lensa cembung apabila benda diletakkan:
   a. antara O dan F,
   b. antara F_2 dan $2F_2$,
   c. lebih besar daripada $2F_2$.
   Sebutkan sifat bayangan yang terjadi.
5. Terangkan terjadinya dispersi pada prisma?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Menurutmu, termasuk dalam jenis gelombang apakah cahaya itu? Apakah gelombang longitudinal atau gelombang transversal? Bagaimana cara kamu membuktikannya?

Bab 15

Sumber: www.pemed.com

Alat Optik

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep dan penerapan getaran, gelombang, dan optika dalam produk teknologi sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan alat-alat optik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

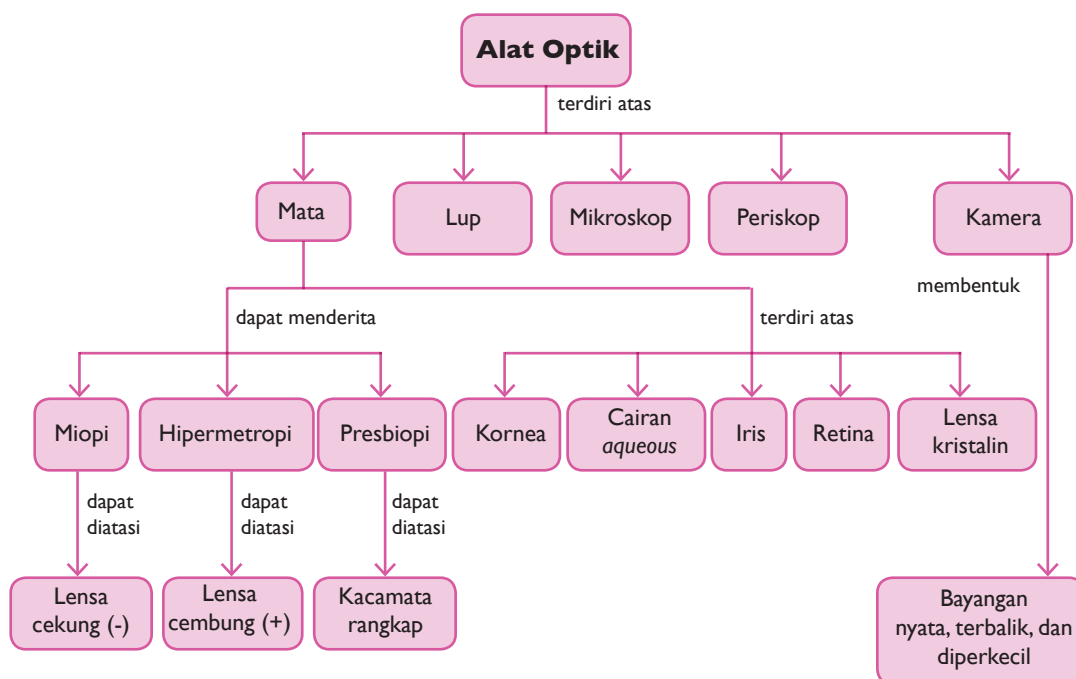
Pada bab sebelumnya kamu telah mempelajari sifat-sifat cahaya, di antaranya dapat dipantulkan dan dibiaskan. Kamu pun sudah mempelajari sifat-sifat benda yang dapat memantulkan cahaya, misalnya cermin, dan benda yang dapat membiaskan cahaya, misalnya lensa. Dengan mempelajari kedua sifat benda tersebut, kamu dapat memanfaatkannya untuk membantu keterbatasan penglihatan manusia.

Alat yang cara kerjanya memanfaatkan prinsip pemantulan dan pembiasan cahaya disebut alat optik. Alat optik yang sering digunakan adalah kacamata, kaca pembesar (lup), mikroskop, kamera, dan periskop. Akan tetapi, dari sekian banyak alat optik yang diciptakan manusia, tidak ada satu pun alat optik yang dapat menyaingi ciptaan Tuhan, yaitu mata. Oleh karena itu, menjadi kewajibanmu untuk mensyukuri dan memeliharanya.

Alat optik yang dibuat manusia sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. Dengan teropong, kamu dapat melihat benda-benda yang jauh. Untuk melihat benda-benda renik, kamu dapat meggunakan mikroskop.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari beberapa alat optik yang sering digunakan, di antaranya kamera, mata, lup, mikroskop, dan periskop.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.

Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Apakah yang disebut alat optik?
2. Apakah persamaan dan perbedaan antara mata dan kamera?
3. Karena sesuatu hal, mata kita jadi berkurang fungsinya sehingga mata kita menjadi cacat. Apa saja cacat mata itu?

A. Mata

Kamu diberkati oleh Tuhan sepasang mata sebagai indera untuk melihat. Anugerah tersebut memungkinkan manusia dapat menikmati keindahan alam ini. Tahukah kamu bahwa matamu seperti kamera? Bagian-bagian kamera semuanya ada di matamu. Manusia telah menjiplak alat optik yang maha sempurna, yaitu mata.

1. Bagian-Bagian Mata

Mata manusia memiliki bagian-bagian yang sangat sempurna. Berikut adalah bagian-bagian mata yang perlu kamu ketahui.

Sumber: *www.saphire.co.id.*

Gambar 15.1

Bagian-bagian mata

a. Kornea

Kornea merupakan bagian mata yang bersifat tembus pandang dan berfungsi sebagai pelindung matamu. Agar tetap bening dan bersih, kornea ini dibasahi oleh air mata yang berasal dari kelenjar air mata.

b. Cairan Aqueous

Di belakang kornea terdapat cairan yang disebut cairan *aqueous* yang berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk sehingga terfokus ke lensa mata.

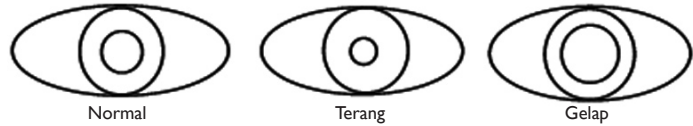
c. Iris atau Selaput Pelangi

Iris terdapat di belakang kornea dan berpigmen. Pigmen ini menentukan warna pada mata seseorang. Pernahkah kamu melihat seseorang atau binatang memiliki mata berwarna biru, cokelat, atau hitam?

d. Pupil

Pupil terdapat di tengah-tengah iris. Pupil dapat mengecil dan membesar, seperti fungsi diafragma pada kamera. Pupil membuka dan menutup secara otomatis bergantung pada cahaya yang masuk. Jika cahaya terang, pupil akan mengecil, sedangkan ketika gelap, pupil akan membesar.

Gambar 15.2

Ukuran pupil pada keadaan normal, terang, dan gelap.

e. Retina

Retina merupakan selaput yang mengandung sel-sel indera. Retina berfungsi sebagai layar, tempat terbentuknya bayangan, seperti halnya pelat film pada kamera.

f. Lensa Kristalin

Lensa kristalin merupakan lensa mata yang terbuat dari bahan bening, berserat, dan kenyal. Lensa mata berbeda dengan lensa kamera, tetapi memiliki fungsi yang sama. Pada kamera, untuk memfokuskan bayangan pada pelat film, lensa kamera harus dimajukan atau dimundurkan. Pada mata, untuk memfokuskan bayangan pada retina, yaitu dengan mencembungkan atau memipihkan lensa. Daya untuk membuat lensa mata cembung dan memipih sesuai dengan jarak benda yang dilihat disebut daya akomodasi.

2. Bagaimanakah Kamu Dapat Melihat?

Gambar 15.3

Bayangan yang dibentuk pada mata.

Agar benda terlihat jelas oleh mata, bayangannya harus tepat di retina. Retina terdiri atas dua bagian, yaitu bintik kuning yang peka terhadap cahaya dan bintik buta yang tidak peka terhadap cahaya. Pada retina terdapat serabut-serabut sel saraf mata. Jika kamu melihat sebuah benda, sel-sel saraf tersebut akan menyampaikanya ke otakmu. Oleh sebab itu, agar kamu dapat melihat benda dengan jelas, bayangan harus jatuh di bintik kuning.

Suatu benda hanya dapat kamu lihat apabila ada cahaya. Cahaya yang dipantulkan dari benda akan masuk ke dalam matamu melalui kornea dan dibiaskan oleh cairan di belakang kornea agar jatuh pada lensa. Oleh lensa mata diatur sedemikian rupa sehingga bayangannya jatuh di retina. Rangsangan cahaya yang diterima oleh sel-sel indera, kemudian diteruskan ke saraf mata, selanjutnya disampaikan ke pusat penglihatan di otak untuk diterjemahkan. Perasaan mengungkapkan bahwa kamu dapat melihat sesuatu.

Gambar 15.4

Lensa akan mengecil ketika melihat benda jauh.

Ketika kamu melihat benda yang jauh, cahaya yang dipancarkan dari benda dianggap oleh mata sebagai cahaya sejajar dan oleh lensa mata akan difokuskan tepat di retina sehingga lensa mata memipih.

Pada saat kamu melihat benda yang dekat, cahaya dianggap dari satu titik menyebar masuk ke mata melalui kornea dan cairan belakang kornea sehingga cahaya tepat jatuh di retina.

Gambar 15.5

Lensa mata akan membesar ketika melihat benda dekat.

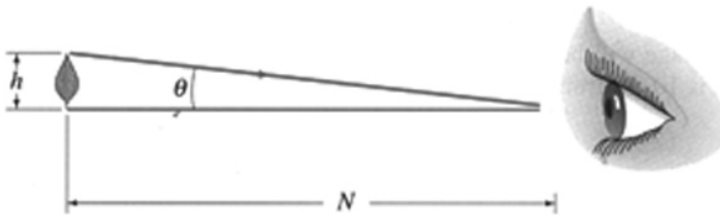
Tuhan telah memberikan kesempurnaan pada mata manusia sehingga dapat memberikan gambaran tiga dimensi kepada benda yang dilihatnya. Jarak mata kiri dan mata kanan sekitar 7 cm. Mata kiri dan kanan masing-masing memberikan gambaran benda yang sedikit berbeda. Kedua sisi pandangan ini kemudian disatukan dan diolah di dalam otak sehingga membentuk gambaran yang sempurna.

Sumber: *www.pagaralam.go.id* dan *www.nlm.nih.gov*

Gambar 15.6

(a) Mata kiri dan kananmu dapat melihat (b) pemandangan dengan sempurna.

3. Cacat Mata

Orang yang bermata normal dapat melihat benda-benda jauh ataupun dekat dengan normal. Hal ini disebabkan daya akomodasi mata yang masih baik. Mata yang masih normal disebut emmetrop. Mata normal akan melihat dengan jelas sedekat-dekatnya 25 cm dan sejauh-jauhnya tak terhingga.

Gambar 15.7

Mata normal memiliki titik dekat berjarak 25 cm dan titik jauh berjarak tak berhingga.

Tidak semua orang memiliki titik dekat dan titik jauh yang normal. Ada beberapa orang yang sudah tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda dekat atau atau tidak bisa melihat benda-benda jauh, atau kedua-duanya. Hal ini disebabkan otot iris sudah tidak dapat membuat akomodasi maksimum atau minimum. Orang seperti itu disebut memiliki cacat mata. Cacat mata dibedakan menjadi tiga jenis, antara lain miopi (rabun jauh), hipermetropi (rabun dekat), dan presbiopi (mata tua).

Pembahasan UN

Orang yang tidak dapat melihat dengan jelas jika melihat benda-benda pada jarak jauh dapat ditolong dengan ....
(UAS 2006)
a. lensa cembung cekung
b. lensa cekung
c. lensa cembung
d. lensa silindris

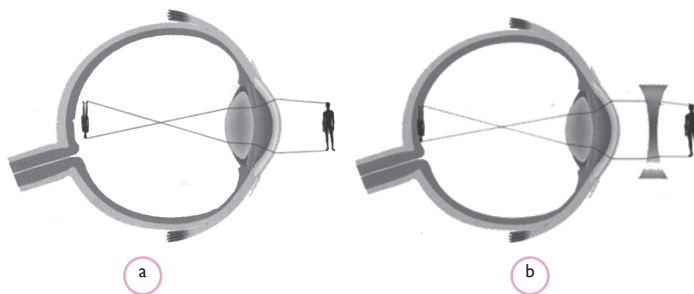
Jawaban (b)
Miopi atau rabun jauh, dapat ditolong dengan menggunakan lensa cekung.

a. Miopi

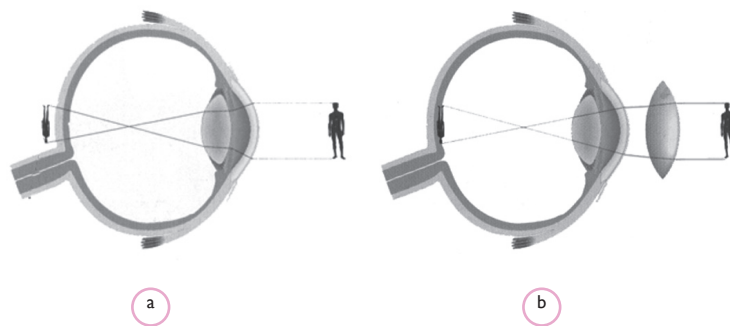
Miopi atau rabun jauh adalah salah satu jenis cacat mata yang penglihatannya tampak buram jika melihat benda-benda jauh. Hal ini disebabkan bola mata terlalu tebal. Kecilnya daya akomodasi menyebabkan berkas cahaya yang seharusnya tiba di retina berpotongan di depan retina. Dengan kata lain, bayangan berada jauh di depan retina.

Untuk menolong cacat mata miopi, kamu harus menggunakan lensa yang dapat menyebarkan sinar agar bayangan tepat di retina. Lensa tersebut adalah lensa cekung atau lensa negatif yang bersifat divergen.

Gambar 15.8

Orang yang menderita (a) cacat mata miopi (b) dapat dibantu dengan lensa cekung.

b. Hipermetropi

Selain ada orang yang tidak dapat melihat dengan jelas benda-banda jauh, ada pula orang yang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda dekat (lebih besar dari 25 cm). Cacat mata seperti ini disebut hipermetropi atau rabun dekat.

Pada umumnya, rabun dekat disebabkan bola mata yang terlalu datar. Berkas sinar bias yang seharusnya berpotongan di retina akan berpotongan di belakang retina. Akibatnya, penglihatan menjadi buram. Cacat mata rabun dekat harus ditolong oleh lensa yang dapat mengumpulkan sinar sehingga sinar yang masuk dapat difokuskan di retina. Lensa apakah itu? Lensa itu adalah lensa cembung atau lensa positif.

Gambar 15.9

Orang yang menderita (a) cacat mata hipermetropi (b) dapat dibantu dengan lensa cembung.

c. Presbiopi

Presbiopi merupakan cacat mata yang lebih banyak disebabkan oleh faktor usia. Orang yang usianya sudah lanjut, daya akomodasinya semakin lemah sehingga lensa mata sukar mencembung secembung-cembungnya dan sukar memipih sepipih-pipihnya. Cacat mata presbiopi adalah cacat mata yang tidak dapat melihat benda-benda jauh atau dekat dengan jelas. Untuk menolong orang yang menderita cacat mata presbiopi, harus digunakan kacamata rangkap. Lensa kacamata rangkap terdiri atas lensa cekung untuk melihat benda-benda jauh dan lensa cembung untuk melihat benda-benda dekat.

Gambar 15.10

Lensa rangkap dapat membantu orang yang memiliki cacat mata presbiopi.

Tugas 15.1

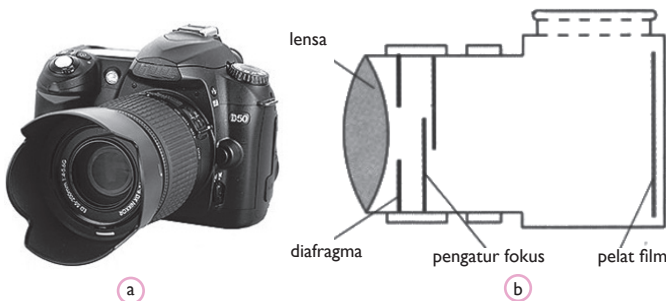
Coba kamu data teman-temanmu yang menggunakan kacamata. Kemudian, tanyakan kepada temanmu tersebut jenis kacamata yang digunakannya. Apakah kacamata berlensa (+) atau berlensa (–)? Dengan demikian, kamu dapat mengelompokkannya sebagai rabun dekat atau rabun jauh.

Soal Penguasaan Materi 15.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan bagaimana mata kamu dapat melihat benda-benda di sekitarmu. Bagaimana prosesnya?
2. Cacat mata miopi dan hipermetropi disebabkan bayangan benda jatuh tidak tepat di retina mata. Jelaskan lebih dalam mengenai hal tersebut.

B. Kamera

Ketika kamu merayakan ulang tahun, alangkah senangnya jika perayaan ulang tahun tersebut didokumentasikan dengan foto. Apakah alat yang digunakan untuk mengambil gambar foto tersebut? Kamu sering menggunakannya, bukan?

Sumber: *www.bythom.com*

Gambar 15.11

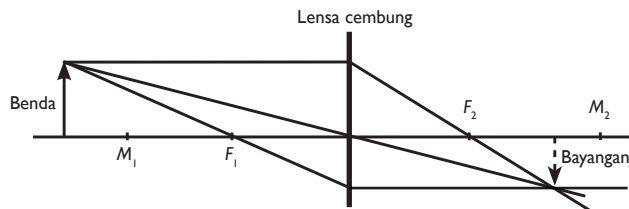
(a) kamera dan (b) skema kamera sederhana.

Hal Penting
Key Point

Sebuah lensa konvergen tipis dapat digunakan sebagai kaca pembesar ketika benda ditempatkan pada jarak lebih pendek daripada panjang fokus lensa.

A thin converging lens can be used as a magnifying glass when the object is placed at a distance shorter than the focal length of the lens.

Bagian utama kamera adalah sebuah kotak hitam kedap cahaya yang pada salah satu sisinya terdapat pelat film yang sensitif terhadap cahaya dan pada sisi depannya terdapat lubang kecil yang disebut diafragma. Diafragma adalah lubang yang besarnya dapat diatur dan berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk. Nilai diafragma ditunjukkan dengan angka dan biasanya terbalik dengan bukaannya. Dengan demikian, semakin besar angka diafragma, semakin kecil celah diafragma terbuka.

Pada bagian depan kamera terdapat lensa optik yang terbuat dari lensa cembung. Lensa tersebut berfungsi untuk mengumpulkan cahaya sejajar dari benda sehingga terbentuk bayangan tepat di pelat film. Agar bayangan dari benda yang dekat ataupun yang jauh dapat tepat berada di pelat film maka jarak lensa ke pelat film dapat diatur ke depan atau ke belakang. Alat tersebut dinamakan dengan alat pengatur fokus. Selain pengatur fokus juga ada pengatur kecepatan membuka atau menutup layar. Pada kamera terdapat angka yang menunjukkan kecepatan pembukaan dan penutupan layar. Semakin besar angkanya, semakin cepat penutupan layar. Kecepatan besar digunakan untuk memotret benda-benda yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Terbentuknya bayangan pada pelat film dalam kamera ditunjukkan pada Gambar 15.12.

Gambar 15.12

Pembentukan bayangan pada kamera.

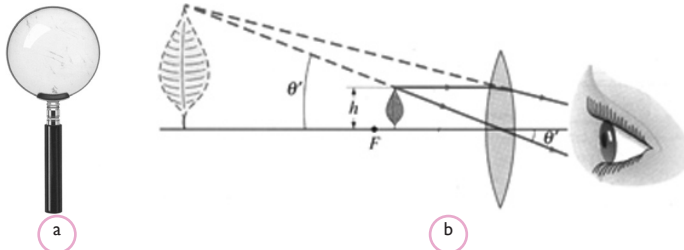
Perhatikan sinar-sinar istimewa dari benda pada Gambar 15.12. Sinar yang melalui pusat optik akan diteruskan dan sinar-sinar sejajar akan dibiaskan melalui titik fokus. Bayangan pada kamera selalu nyata, terbalik, dan diperkecil. Dari sifat bayangan tersebut, di manakah letak bendanya? Tentu harus lebih besar dari pada $2F$ atau di ruang III. Bayangan yang terbentuk berada di ruang II dan diperkecil.

Soal Penguasaan Materi 15.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan pengaruh cahaya terhadap pelat film.
2. Jelaskan proses terjadinya bayangan pada kamera.
3. Apakah lensa pada kamera dan mata memiliki fungsi yang sama?

C. Lup

Lup atau kaca pembesar biasanya digunakan oleh tukang reparasi arloji (jam) atau untuk melihat benda-benda kecil. Lup adalah alat optik yang paling sederhana karena hanya terdiri atas satu lensa cembung.

Gambar 15.13

(a) lup dan (b) pembentukan bayangan pada lup.

Agar mendapatkan bayangan yang sebesar-besarnya, benda harus diletakkan di antara pusat lensa (*O*) dan titik fokus (*F*) atau benda selalu di ruang satu (I) sehingga bayangan selalu berada di ruang empat (IV) dengan sifat maya, sama tegak, dan diperbesar.

Tugas 15.2

Lensa-lensa yang digunakan pada alat-alat optik memiliki kemampuan dalam memfokuskan sinar yang berbeda-beda. Kemampuan tersebut dinamakan kekuatan lensa. Satuan kekuatan lensa adalah dioptri. Nah, sekarang coba kalian cari literatur tentang hal-hal yang berkaitan dengan topik kekuatan lensa. Bagaimana penerapannya dalam kehidupan sehari-hari? Tuliskan hasil penca-rianmu dalam bentuk laporan untuk dipresentasikan di depan kelas.

Soal Penguasaan Materi 15.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

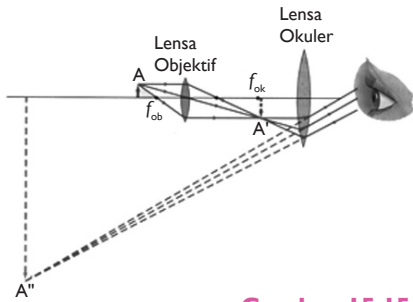
Mengapa untuk menghasilkan bayangan yang tegak dan diperbesar pada lup, benda harus diletakkan di antara *F* dan *O*? bagaimana jika benda diletakkan lebih jauh dari *F*?

D. Mikroskop

Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda renik, misalnya bakteri atau virus. Mikroskop banyak digunakan sebagai alat penelitian. Objek yang diamati dapat diperbesar hingga ratusan kali. Para ahli teknologi menggunakan mikroskop untuk mempelajari struktur kristal suatu logam atau campuran logam. Mikroskop pun digunakan untuk mengamati rangkaian dalam chip komputer dan komponen elektronika yang sangat kecil.

Sumber: *Physics for You*, 2001

Gambar 15.14

Mikroskop

Gambar 15.15

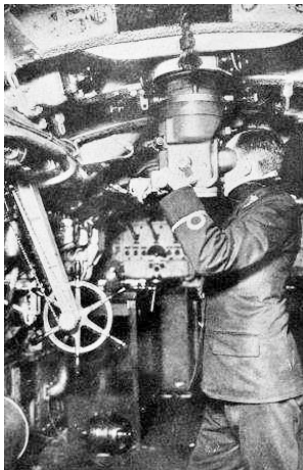
Perjalanan sinar pada mikroskop.

Seperti halnya kaca pembesar, komponen utama mikroskop adalah lensa cembung. Kaca pembesar hanya menggunakan satu lensa cembung, sedangkan mikroskop menggunakan beberapa lensa cembung untuk mendapatkan bayangan yang sebesar-besarnya. Pada dasarnya, lensa ini dibagi dua, yaitu lensa okuler dan lensa objektif. Lensa okuler adalah lensa yang dekat mata pengamat, sedangkan lensa objektif adalah lensa yang dekat objek yang diamati, perhatikan Gambar 15.15.

Jarak fokus lensa objektif selalu lebih kecil daripada jarak fokus lensa okuler ($F_{ob}<F_{ok}$). Benda yang diamati diletakkan di depan lensa objektif, yaitu antara titik fokus F_{ob} dan $2F_{ob}$ atau di ruang dua lensa objektif. Akibatnya, bayangan benda berada di ruang III lensa objektif, bersifat nyata, terbalik, dan diperbesar. Bayangan dari lensa objektif harus diletakkan di ruang I lensa okuler atau di antara O dan F_{ok}. Akibatnya, bayangan ada di ruang IV lensa okuler, bersifat maya, sama tegak, dan diperbesar. Dengan demikian, lensa okuler mikroskop dapat berfungsi sebagai lup.

Soal Penguasaan Materi 15.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

Salah satu jenis mikroskop adaah mikroskop elektron. Apa yang kamu ketahui tentang mikroskop elektron.

E. Periskop

Sumber: www.dcu.ie

Gambar 15.16

Periskop yang digunakan pada kapal selam.

Periskop adalah alat bantu optik yang berfungsi untuk mengamati benda dalam jarak jauh atau berada dalam sudut tertentu. Bentuknya sederhana, yaitu berupa tabung yang dilengkapi dengan cermin atau prisma pada ujung-ujungnya. Prisma ini akan memantulkan cahaya yang datar sejajar padanya, kemudian diatur sedemikian rupa sehingga membentuk sudut 45° terhadap sumbu tabung. Periskop digunakan pada *tank* dan kapal selam. Para *navigator* di kapal selam memanfaatkan periskop untuk mengamati gerak-gerik yang terjadi di permukaan laut.

Ketika kamu melihat dari ujung bawah, cahaya sejajar masuk lewat ujung atas mengenai cermin, oleh cermin akan dipantulkan membentuk sudut 45° ke cermin bawah yang juga membentuk 45°. Sinar-sinar pantul sejajar tadi akan

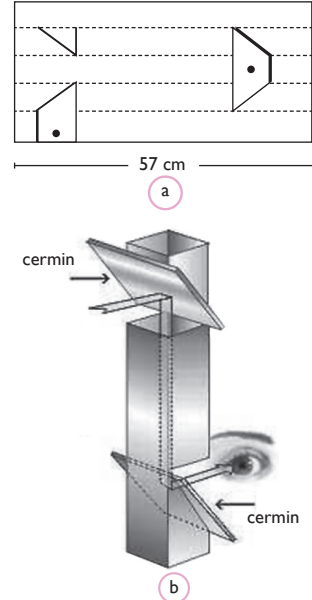
dipantulkan kembali ke matamu yang melihat dari ujung bawah sehingga kamu dapat melihat benda-benda yang berada di ujung atas.

Ayo Coba 15.1

Tujuan
Merancang periskop sederhana

Alat dan bahan
Karton tebal dengan ukuran panjang 57 cm dan lebar 34 cm, pensil, penggaris, gunting, dan cermin datar.

Cara kerja
1. Sediakan alat dan bahan.
2. Bagilah lebar karton menjadi 4 bagian masing-masing 8 cm, lalu sisakan 2 cm dan garislah dengan pensil, seperti terlihat pada Gambar 15.17 (a).
3. Guntinglah bagian-bagian yang diberi garis tebal.
4. Lipatlah bagian-bagian yang diberi tanda titik-titik.
5. Lubangilah bagian yang diberi warna hitam. Letakkan cermin datar pada bagian yang digunting.
6. Lipatlah bagian-bagian tadi sehingga membentuk sebuah kotak dan kuatkan menggunakan lem. Hasilnya adalah alat yang menyerupai periskop, seperti pada Gambar 15.17 (b).

Pertanyaan
1. Posisikan matamu di bagian ujung bawah periskop buatanmu. Apakah yang dapat kamu lihat? Mengapa demikian?
2. Berilah kesimpulanmu dari hasil kegiatan tersebut.

Gambar 15.17

Skema sederhana periskop rancanganmu (a) sebelum dilipat dan (b) setelah dilipat.

Tugas 15.3

Carilah alat-alat optik yang ada di sekitarmu, tetapi belum disebutkan pada uraian bab ini. Jelaskan kegunaan dan prinsip kerjanya.

Soal Penguasaan Materi 15.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa yang dimaksud dengan periskop?
2. Tuliskan komponen-komponen periskop sederhana?

Rangkuman

- Mata, kaca pembesar, mikroskop, teropong, dan kamera termasuk alat-alat optik.
- Bagian-bagian kamera di antaranya kotak hitam, lensa optik, layar yang terbuat dari film, diafragma, pengatur fokus, dan pengatur kecepatan.
- Fungsi pengatur fokus pada kamera adalah untuk mengatur jarak agar bayangan jatuh tepat pada film.
- Pada kamera, penangkap bayangan adalah pelat film.
- Pada mata, penangkap bayangan adalah selaput jera atau retina.
- Kornea berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk ke mata.
- Daya akomodasi adalah daya untuk membuat lensa mata mencembung dan memipih sesuai dengan jarak benda yang dilihat agar bayangan tepat jatuh di retina.
- Mata penglihatan normal disebut emmetrop.
- Miopi adalah salah satu cacat mata yang penglihatannya tampak buram jika melihat benda-benda jauh.
- Cacat mata miopi dapat ditolong oleh lensa negatif (lensa cekung).
- Hipermetropi adalah salah satu cacat mata yang penglihatannya tampak buram jika melihat benda-benda dekat.
- Cacat mata hipermetropi dapat ditolong oleh lensa positif (lensa cembung).
- Presbiopi adalah cacat mata yang tidak dapat melihat benda jauh maupun dekat.
- Cacat mata presbiopi dapat ditolong oleh lensa rangkap, yaitu lensa cekung dan cembung.
- Lup adalah alat optik yang sederhana karena hanya terdiri atas satu lensa cembung.
- Mikroskop adalah alat yang dapat membesarkan objek yang sangat kecil dengan pembesaran yang sangat besar.
- Periskop adalah alat bantu optik yang berfungsi untuk mengamati benda dalam jarak yang jauh atau berada dalam sudut tertentu.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Alat Optik dengan tuntas. Bagaimana menurutmu, apakah ada manfaat yang dapat kamu ambil? Dapatkah kamu melihat ketersambungan antara alat optik dan sifat cahaya yang kamu pelajari sebelumnya? Ya, benar. Alat optik adalah alat-alat yang prinsip kerjanya berdasarkan sifat cahaya, yaitu pemantulan dan pembiasan. Coba kamu baca kembali mengenai pembentukan bayangan di Bab 14. Hal itu akan membantu kamu lebih memahami materi bab ini.

Selain alat-alat optik yang diajarkan pada bab ini, masih banyak alat-alat di sekitar kamu yang memanfaatkan sifat cahaya. Bagaimana prinsip kerjanya? Apakah kamu dapat mengetahuinya? Jika belum, ayo diskusikan bersama teman-teman belajarmu sebelum kamu tanyakan kepada guru kalian.

Tes Kompetensi Bab 15

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Pupil adalah alat untuk mengatur cahaya pada mata. Pada kamera, fungsinya sama dengan ....
   a. lensa
   b. pelat film
   c. diafragma
   d. kotak hitam
2. Bayangan yang terlihat pada pelat film dalam kamera memiliki sifat bayangan yang sama dengan ....
   a. maya, diperbesar, terbalik
   b. maya, diperkecil, terbalik
   c. nyata, diperbesar, terbalik
   d. nyata, diperkecil, terbalik
3. Mata yang tidak bisa melihat benda dekat disebabkan lensa mata tidak dapat mencembung sehingga bayangan jatuh di belakang retina disebut ....
   a. mata normal
   b. mata hipermetropi
   c. mata miopi
   d. mata presbiopi
4. Lensa pada alat-alat optik yang berfungsi membentuk bayangan yang ditangkap oleh mata dan posisinya dekat dengan mata adalah ....
   a. lensa positif
   b. lensa objektif
   c. lensa negatif
   d. lensa okuler
5. Untuk membentuk gambar yang baik pada kamera diperlukan alat yang dapat mengumpulkan cahaya. Alat yang tepat untuk keperluan tersebut adalah ....
   a. lensa cekung
   b. lensa cembung
   c. cermin cekung
   d. cermin cembung
6. Seseorang yang tidak dapat melihat benda-benda jauh karena ukuran bola mata yang terlalu tebal disebut cacat mata ....
   a. miopi
   b. hipermetropi
   c. emetropi
   d. presbiopi
7. Cacat mata presbiopi banyak disebabkan ....
   a. kecelakaan
   b. kelelahan
   c. usia tua
   d. pembawaan lahir
8. Cacat mata miopi dapat ditolong dengan kacamata ....
   a. berlensa cembung supaya mengumpulkan sinar
   b. berlensa cekung supaya dapat mengumpulkan sinar
   c. berlensa cembung supaya dapat menyebarkan sinar
   d. berlensa cekung supaya dapat menyebarkan sinar
9. Daya yang membuat lensa mata dapat dicembungkan dan dipipihkan adalah ....
   a. daya pemfokus
   b. daya pembesar
   c. daya penglihatan
   d. daya akomodasi
10. Agar bayangan tampak jelas pada lup, benda diletakkan antara F dan O sehingga diperoleh bayangan dengan sifat ....
    a. maya, diperbesar, dan tegak
    b. nyata, diperbesar, dan tegak
    c. maya, diperbesar, dan terbalik
    d. nyata, diperbesar, dan terbalik
11. Jangkauan mata normal adalah antara 25 cm sampai tak terhingga. Apabila jangkauan penglihatan maksimalmu hanya 100 cm, dapat dipastikan ....

a. mata masih normal
b. memiliki cacat mata miopi
c. memiliki cacat mata hipermetropi
d. memiliki cacat mata presbiopi

12. Kacamata yang digunakan untuk menolong cacat mata presbiopi adalah ....
    a. kacamata minus
    b. kacamata plus
    c. kacamata rangkap
    d. kacamata bulat
13. Alat optik yang dapat melihat benda-benda renik adalah ....
    a. mikroskop
    b. lup
    c. kamera
    d. periskop
14. Berikut alat optik yang prinsip kerjanya hampir sama dengan mata adalah ....
    a. kacamata
    b. kamera
    c. mikroskop
    d. lup
15. Fungsi prisma pada periskop adalah ....
    a. pengatur bayangan
    b. pembelokan bayangan
    c. pembesar bayangan
    d. pembentukan bayangan

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Apakah yang dimaksud dengan alat optik? Sebutkan macam-macam alat optik beserta fungsinya.
2. Tuliskan bagian-bagian kamera yang fungsinya sebagai
   a. penangkap bayangan,
   b. pengatur cahaya, dan
   c. pemfokus cahaya.
3. a. Sebutkan bagian-bagian kamera yang fungsinya sama dengan bagian-bagian mata.
   b. Jelaskan masing-masing fungsinya.
4. Gambarkan perjalanan cahaya dan bentuk bayangan pada
   a. kamera dan
   b. mata.
5. a. Apakah yang disebut cacat mata?
   b. Sebutkan tiga macam cacat mata. Bagaimana cara penanggulangannya?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Pada saat kamu memeriksakan mata kamu, hasil periksaannya dituliskan dalam kategori, misalnya -1, -½, -¾, dan lain-lain. Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan pernyataan tersebut?

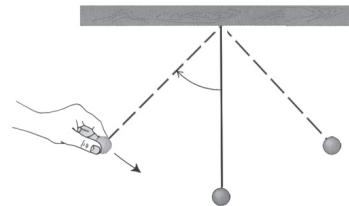
Kegiatan Semester 2

Menghitung Percepatan Gravitasi di Tempatmu

Tujuan

Pada beberapa bab di kelas VIII, kamu akan menemukan istilah percepatan gravitasi. Percepatan gravitasi adalah nilai percepatan dari gerak benda karena adanya gaya gravitasi. Nilainya berbeda-beda di tiap tempat. Contohnya, percepatan gravitasi di daerah kutub lebih besar daripada di daerah khatulistiwa dan percepatan gravitasi di Bulan lebih kecil daripada di Bumi. Nah, sekarang kamu akan mencoba menghitung percepatan gravitasi di tempatmu.

Alat dan bahan

1. Buatlah kelompok kerja terdiri atas 3-4 orang.
2. Siapkan lembaran kegiatan untuk mencatat data percobaan.
3. Mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan.
   a. *Stopwatch*
   b. Bola atau beban lainnya
   c. Tali yang tidak kendur
   d. Statif
   e. Mistar

Cara kerja

1. Susunlah alat dan bahan menjadi bandul sederhana.
2. Getarkan bandul tersebut untuk memperoleh periode getaran (T). Kemudian, ukur panjang talinya (l).
3. Rancanglah jumlah getaran dan panjang tali yang kamu hendaki. Misalnya,

Jumlah Getaran	Waktu (s)	Panjang Tali (m)	Periode (s)
...	30 s	...	...
...	60 s	...	...

Pertanyaan

Setelah kamu menyelesaikan semua langkah kerja di atas, jawablah pertanyaan berikut ini:

1. Percepatan gravitasi di tempatmu dapat kamu hitung dengan persamaan:

   $$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

   dengan:
   g = percepatan gravitasi (m/s)
   l = panjang tali (m)
   T = periode (s)
2. Apabila kamu melakukannya dengan teliti, apakah hasilnya mendekati 9,8 m/s^2?

Susunlah kegiatan kamu dalam bentuk laporan tertulis dan presentasikan di kelas.

Tes Kompetensi Semester 2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Satuan SI untuk gaya adalah ....
   a. N atau kg m/s^2
   b.. dyne
   c. pascal
   d. atom
2. Alat untuk mengukur gaya adalah ....
   a. neraca pegas
   b. manometer
   c. speedometer
   d. sonometer
3. Resultan dua buah gaya yang segaris dan berlawanan arah adalah ....
   a. jumlah kedua gaya
   b. selisih kedua gaya
   c. perkalian kedua gaya
   d. pembagian kedua gaya
4.

   Besar resultan gayanya adalah ....
   a. 29 N c. 11 N
   b. 19 N d. 21 N
5. Seseorang memiliki berat 700 N. Massa orang tersebut adalah ....
   a. 350 kg c. 700 kg
   b. 70 kg d. 70 N
6. Massa suatu benda di Bumi adalah 10 kg. Massa benda tersebut di Bulan adalah ....
   a. > 10 kg
   b. < 10 kg
   c. 10 kg
   d. tidak dapat ditentukan
7. Dalam ilmu fisika, gaya yang menyebabkan suatu benda berpindah dinamakan ....
   a. energi c. tekanan
   b. usaha d. energi kinetik
8. Risa mendorong sebuah lemari, tetapi lemari tersebut tidak bergerak sama sekali. Usaha yang dilakukan Risa adalah ....
   a. positif
   b. negatif
   c. 0
   d. tidak dapat ditentukan
9. Satuan SI untuk usaha adalah ....
   a. N/m c. Joule/s
   b. N.m d. Joule.s
10. Pada batu baterai, tersimpan energi ....
    a. kimia c. panas
    b. listrik d. potensial
11. Perubahan energi yang terjadi pada alat pengering rambut adalah ....
    a. energi kalor menjadi energi listrik
    b. energi listrik menjadi energi kinetik
    c. energi listrik menjadi energi kimia
    d. energi listrik menjadi energi kalor
12. Keuntungan yang diperoleh dari sebuah katrol tetap adalah ....
    a. memperkecil gaya yang dibutuhkan
    b. mengurangi usaha yang dikerjakan
    c. memperoleh perubahan arah mekanik
    d. adanya keuntungan mekanik pada katrol
13. Daya 1 watt setara dengan ....
    a. 100 J/s c. 1 J/menit
    b. 1 J/s d. 1 J/jam
14. Besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas disebut ....
    a. gaya c. usaha
    b. tekanan d. energi
15. Tekanan suatu benda bergantung pada ....
    a. luas permukaaan bidang tekan
    b. warna benda
    c. jenis benda
    d. volume benda
16. Apabila benda mengalami gaya ke atas sama dengan gaya berat pada suatu fluida, benda tersebut akan berada dalam posisi ....

a. terapung c. tercelup
b. tenggelam d. melayang

17. Berikut ini yang *bukan* pemanfaatan Hukum Archimedes adalah ....
a. hidrometer
b. kapal laut dan kapal selam
c. galangan kapal
d. alat pengangkat mobil

18. Jika sebuah benda dicelupkan pada zat cair A, benda terapung. Namun, jika dicelupkan pada zat cair B, benda melayang, dan pada zat cair C, benda tenggelam. Zat cair yang memiliki massa jenis terkecil adalah ....
a. C c. A
b. B d. A dan B

19. Pada suatu getaran, posisi terjauh dari partikel terhadap titik seimbangnya disebut ....
a. frekuensi c. amplitudo
b. simpangan d. periode

20. 50 getaran terjadi dalam selang waktu 1 detik. Frekuensi getaran tersebut adalah ....
a. 0,02 Hz c. 0,2 Hz
b. 50 Hz d. 0,5 Hz

21. Suatu sumber getar memiliki frekuensi 40 Hz. Periode getarannya adalah ....
a. 0,5 s c. 1 s
b. 0,025 s d. 0,02 s

22. Dalam perambatannya, gelombang memindahkan ....
a. energi
b. partikel medium
c. gelombang
d. getaran

23. Berikut yang merupakan gelombang longitudinal adalah ....
a. gelombang bunyi
b. gelombang tali
c. riak air
d. gelombang cahaya

24. Osilator menghasilkan 20 gelombang dalam 5 detik. Periode gelombangnya adalah ....
a. 0,2 s c. 5 s
b. 4 s d. 0,05 s

25. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik. Oleh karena itu, gelombang bunyi tidak dapat merambat melalui ....
a. air c. ruang hampa
b. besi panas d. udara panas

26. Besarnya cepat rambat bunyi di udara bergantung pada ....
a. suhu udara
b. tekanan udara
c. ketinggian udara
d. sumber bunyi

27. Bunyi yang memiliki frekuensi lebih besar dari 20 Hz adalah ....
a. audiosonik c. ultrasonik
b. infrasonik d. supersonik

28. Bunyi yang dapat ditangkap oleh alat pendengaran manusia adalah bunyi yang frekuensinya ....
a. $<$ 20 Hz
b. 20 Hz – 20 kHz
c. $>$ 20 kHz
d. 20 Hz – 2000 Hz

29. Suatu senar dapat beresonansi dengan senar lainnya apabila kedua senar tersebut sama ....
a. panjangnya
b. tegangannya
c. luas penampangnya
d. frekuensinya

30. Bunyi pantul yang terdengar jelas beberapa saat setelah bunyi aslinya disebut ....
a. desah c. gaung
b. kerdam d. gema

31. Di bawah ini yang *bukan* sifat cahaya adalah ....
a. merambat lurus
b. dapat dibiaskan
c. dapat dipantulkan
d. memiliki massa

32. Pada saat berkas cahaya melalui medium yang berbeda, cahaya akan ....
a. dibiaskan c. memantul
b. terdispersi d. lurus

33. Sifat bayangan yang dibentuk cermin datar adalah ....
a. nyata, terbalik, sama besar
b. maya, terbalik, diperbesar
c. nyata, tegak, sama besar
d. maya, tegak, sama besar

34. Penderita rabun jauh dapat ditolong oleh kaca mata berlensa ....
    a. cekung
    b. cembung
    c. bikonkat
    d. cekung dan cembung
35. Bayangan di belakang benda dapat terjadi karena ....
    a. cahaya dapat berbelok
    b. cahaya merambat lurus
    c. cahaya dapat menembus benda
    d. cahaya merupakan gelombang transversal
36. Seberkas sinar jatuh pada permukaan bidang pemantul dengan sudut datang 20° maka besar sudut antara sinar pantul dan sinar datang adalah ....
    a. 20°   c. 60°
    b. 40°   d. 70°
37. Sifat bayangan yang terbentuk di retina mata adalah .....
    a. sejati dan tegak
    b. sejati dan terbalik
    c. maya dan tegak
    d. maya dan terbalik
38. Bayangan akhir yang dibentuk oleh mikroskop adalah ....
    a. maya, terbalik, dan lebih besar
    b. maya, terbalik, dan lebih kecil
    c. nyata, terbalik, dan lebih besar
    d. nyata, terbalik, dan lebih besar
39. Alat yang dipasang pada kapal selam untuk mengintai kapal-kapal musuh atau melihat benda-benda di permukaan air laut adalah ....
    a. teropong binokuler
    b. teropong pantul
    c. periskop
    d. teropong bias
40. Sifat bayangan yang dibentuk lup adalah ....
    a. nyata diperbesar
    b. nyata diperkecil
    c. maya diperbesar
    d. maya diperkecil

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Suatu resultan gaya 35 N menghasilkan percepatan sebesar 5 m/s^2 pada sebuah benda. Berapa berat benda tersebut jika diketahui $g = 10$ m/s^2?
2. Bagaimana bunyi Hukum III Newton? Berikan contoh penerapannya.
3. Jelaskan mengenai hukum kekekalan energi.
4. Perubahan energi apakah yang terjadi pada:
    a. mikrofon,
    b. pengering rambut,
    c. televisi, dan
    d. lampu pijar.
5. Jelaskan hubungan antara gaya ke atas dan gaya berat suatu benda ketika benda tersebut:
    a. terapung,
    b. melayang, dan
    c. tenggelam.
6. Sebutkan bunyi Hukum Pascal. Apakah hukum tersebut dapat berlaku pada udara? Jelaskan.
7. Pada percobaan ayunan sederhana, tercatat terjadi 20 gerakan bolak-balik dalam selang 10 sekon. Berapakah besar frekuensi dan periode getaran pada ayunan tersebut?
8. Apakah yang dimaksud dengan resonansi? Sebutkan beberapa contoh yang menerapkan resonansi.
9. Seberkas sinar masuk ke air dengan sudut datang 30°. Jika diketahui indeks bias udara-air 4/3, berapakah sudut bias sinar tersebut?
10. Jelaskan secara singkat prinsip kerja mikroskop.

Tes Kompetensi Akhir Tahun

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Ciri tumbuhan yang telah mengalami perkembangan adalah tumbuhnya ....
   a. akar c. daun
   b. batang d. bunga
2. Ciri-ciri matangnya organ manusia ditandai dengan ....
   a. sempurnanya jumlah organ
   b. lengkapnya organ yang terbentuk
   c. membesarnya ukuran organ
   d. dapat berfungsi sebagaimana mestinya
3. Fungsi tulang panggul adalah melindungi ....
   a. usus dan kemaluan
   b. ginjal dan usus
   c. jantung dan ginjal
   d. kemaluan dan jantung
4. *Osteoporosis* mudah terjadi pada orang tua karena ....
   a. orang tua rentan terhadap penyakit
   b. daya serap kalsium semakin lambat
   c. daya tahan tubuh orang tua berkurang
   d. kelebihan kalsium yang disebabkan kurangnya aktivitas
5. Vitamin dan mineral yang berperan untuk mencegah anemia adalah ....
   a. vitamin C dan zat besi
   b. vitamin B dan fosfor
   c. vitamin C dan fosfor
   d. vitamin B dan zat besi
6. Jika fungsi paru-paru terganggu, hal yang akan dialami seseorang adalah ....
   a. udara yang masuk bukan oksigen
   b. tidak bisa mengeluarkan karbon dioksida
   c. pertukaran gas akan terganggu
   d. salah satu paru-parunya akan menciut
7. Usia, makanan, jenis kelamin, dan aktivitas dapat memengaruhi ... seseorang.
   a. aliran pembuluh darah
   b. peredaran darah
   c. tekanan darah
   d. fungsi sel-sel darah
8. Organ tumbuhan yang memiliki xilem dan floem adalah ....
   a. akar dan daun
   b. daun dan batang
   c. batang dan bunga
   d. semua benar
9. Penanggulangan belalang selain dengan insektisida dapat juga menggunakan pemangsa alami, yaitu ....
   a. ular c. burung
   b. tikus d. hewan ternak
10. Penyakit pernapasan yang diakibatkan oleh bakteri atau virus adalah ....
    a. influenza dan asma
    b. TBC dan bronkhitis
    c. influenza dan TBC
    d. asma dan bronkhitis
11. Ciri-ciri sekunder kelamin pada pertumbuhan dan perkembangan terjadi pada tahap ....
    a. bayi c. pubertas
    b. balita d. lanjut usia
12. Metamorfosis tidak sempurna terjadi tanpa melalui tahap ....
    a. telur c. larva
    b. dewasa d. nimfa
13. Sendi yang terdapat pada siku adalah ....
    a. sendi pelana c. sendi engsel
    b. sendi peluru d. sendi geser
14. Berikut ini struktur yang terdapat pada paru-paru, *kecuali* ....
    a. bronkiolus c. kapiler darah
    b. alveolus d. laring
15. Sel darah merah disebut juga ....
    a. eritrosit c. platelet
    b. leukosit d. fibrinogen
16. Unsur X merupakan unsur golongan IA. Bila X berikatan dengan unsur Y yang merupakan unsur golongan VIA maka senyawa yang terbentuk memiliki rumus ....

a. XY	c. X_2Y
b. XY_2	d. XY_6

17. Pernyataan yang *tidak* benar tentang air gula adalah ....
    a. mengandung partikel zat terlarut
    b. padatan gula dapat diperoleh kembali dengan cara menguapkan airnya
    c. tidak menghantarkan arus listrik
    d. terdapat kristal-kristal gula yang tersebar merata dalam larutannya
18. Kerugian akibat penggunaan pestisida dalam bidang pertanian, *kecuali* ....
    a. timbulnya hama penyakit yang lebih tahan terhadap pestisida
    b. menimbulkan keracunan bagi binatang dan manusia
    c. meningkatkan hasil panen
    d. menambah biaya produksi pertanian
19. Di negara-negara maju, harga sayuran yang dipelihara tanpa menggunakan zat-zat kimia biasanya lebih mahal daripada yang dirawat dengan menggunakan zat-zat kimia. Hal ini kemungkinan disebabkan ....
    a. pemakaian zat kimia, seperti pestisida memerlukan biaya
    b. pemakaian zat kimia, seperti pupuk urea memberikan hasil panen yang lebih sedikit
    c. tanpa pemakaian bahan kimia memerlukan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi
    d. tanpa pemakaian zat-zat kimia panennya lebih banyak
20. Kamu sedang berada dalam kendaraaan umum, kemudian ada orang yang merokok. Tindakan paling bijaksana yang akan kamu ambil adalah ....
    a. membiarkan dia tetap merokok karena tidak ada larangan merokok
    b. memberhentikan dia merokok karena membahayakan penumpang lain
    c. ikut merokok supaya sama-sama saling meracuni dengan asap rokok
    d. meminta kondektur agar mengingatkan si perokok agar berhenti merokok
21. Berikut yang *bukan* satuan untuk besaran gaya adalah ....

a. N	c. kg m/s^2
b. N/m^2	d. g m/s^2

22. Massa benda dengan berat 490 N adalah...

a. 98 kg	c. 49 kg
b. 50 kg	d. 25 kg

23. 50 N ← • → 50 N → 25 N

    Besar resultan yang ditunjukkan pada gambar di atas adalah ....
    a. 75 N ke kanan
    b. 50 N ke kiri
    c. 25 N ke kiri
    d. 25 N ke kanan
24. Sebuah benda bermassa 2 kg atau memiliki energi potensial sebesar 100 J pada ketinggian ....

a. 2,5 m	c. 10 m
b. 5 m	d. 25 m

25. Benda yang dipercepat empat kali kecepatannya maka energi kinetiknya menjadi ....

a. 4 kali semula	c. 16 kali semula
b. 8 kali semula	d. 2 kali semula

26. Satuan berikut yang *tidak* setara dengan satuan energi adalah ....

a. joule	c. kalori
b. erg	d. newton

27. Sebuah gaya sebesar 100 N bekerja pada bidang seluas 10 cm. Besar tekanannya adalah ....
    a. 100 N/m^2
    b. 1.000 N/m^2
    c. 100.000 N/m^2
    d. 1.000.000 N/m^2
28. Kapal selam dan kapal laut dibuat berdasarkan Hukum ....

a. Pascal	c. Newton
b. Archimedes	d. Boyle

29. Benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mendapat gaya ke atas seberat zat cair yang di desak oleh benda itu. Pernyataan tersebut diungkapkan oleh ....

a. Pascal	c. Newton
b. Archimedes	d. Boyle

30. Dalam 4 detik terjadi 80 getaran. Besar periode getaran adalah ....

a. 0,05 s
c. 20 s
b. 0,02 s
d. 320 s

31. Sebuah getaran memiliki periode 0,02 s. Frekuensi getaran tersebut adalah ....
a. 20 Hz
c. 80 Hz
b. 50 Hz
d. 100 Hz

32. Suatu pemancar radio melakukan siaran pada panjang gelombang 150 m. Cepat rambat gelombang elektromagnetik adalah 3.10^8 m/s. Frekuensi pemancar radio tersebut adalah ....
a. 2 kHz
c. 200 kHz
b. 20 kHz
d. 2.000 kHz

33. Gelombang bunyi melakukan perambatan di udara dalam bentuk ....
a. bukit dan lembah gelombang
b. gelombang elektromagnetik
c. gelombang transversal
d. rapatan dan renggangan

34. Pada suhu udara yang lebih rendah, kecepatan bunyi menjadi ....
a. semakin kecil
b. sama saja
c. semakin besar
d. tidak menentu

35. Bunyi gema pada jarak 170 m, terdengar setelah 1 s. Besar kecepatan bunyi di tempat tersebut adalah ....
a. 170 m/s
c. 510 m/s
b. 340 m/s
d. 85 m/s

36. Suatu benda berada 10 cm di muka cermin cekung. Bayangan nyata terbentuk pada jarak 15 cm. Jari jari cermin cekung tersebut adalah ....
a. 6 cm
c. 18 cm
b. 12 cm
d. 24 cm

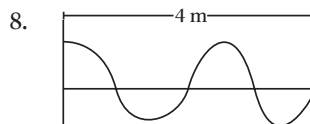
37. Cahaya polikromatis pada saat dilewatkan pada sebuah prisma akan mengalami .....
a. pemantulan
c. interferensi
b. polarisasi
d. dispersi

38. Lensa yang memiliki sifat memusatkan berkas cahaya yang kuat adalah ....
a. lensa cembung
b. lensa cekung
c. lensa cekung datar
d. lensa bikonkaf

39. Cacat mata berupa jatuhnya bayangan di depan retina adalah ....
a. astigmatisma
c. miopi
b. presbiopi
d. hipermetropi

40. Mikroskop sederhana terdiri atas ....
a. lensa cekung, lensa datar, dan lensa cembung
b. dua buah lensa cekung
c. prisma dan lensa pembalik
d. lensa objektif dan lensa datar

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Tuliskan dan berikan dua contoh zat makanan yang diperlukan tubuh.
2. Tuliskan komponen sistem pencernaan manusia.
3. Zat apakah yang dilepaskan dan diikat hemoglobin di paru-paru?
4. Tuliskan rumus sederhana fotosintesis pada tumbuhan.
5. Keong mas seringkali merusak tanaman padi yang baru ditanam. Uraikan pendapat kalian tentang upaya pemberantasan hama padi tersebut dengan memperhatikan keselamatan lingkungan.
6. Jelaskan perbedaan antara massa dan berat.
7. Mengapa pisau selalu dibuat tajam?
8.

Gambar tersebut menunjukkan gelombang yang terbentuk selama 2,5 s. Hitunglah:
a. panjang gelombang,
b. frekuensi gelombang,
c. periode gelombang, dan
d. cepat rambat gelombang.
9. Sebuah benda diletakkan di depan cermin cekung pada jarak 8 cm. Tentukan jarak dan letak bayangan jika jarak fokusnya 12 cm.
10. Sebuah tongkat sepanjang 1,5 m dipakai untuk mengangkat beban seberat 1.000 N. Jika panjang lengan kuasanya 1,2 m, berapakah gaya yang diperlukan?

Kunci jawaban

Bab 1

Soal Penguasaan Materi 1.1

1. Pertumbuhan adalah proses bertambahnya ukuran makhluk hidup yang sifatnya tidak dapat kembali lagi.
   Perkembangan merupakan proses pertumbuhan makhluk hidup dengan pembentukkan organ-organ yang mengarah pada pendewasaan.

Soal Penguasaan Materi 1.2

1. Tiga bulan pertama embrio berkembang menjadi janin.
   Tiga bulan kedua tangan dan kaki telah berkembang muka tumbuh memanjang, gerakan janin aktif, detak jantung bisa dideteksi.
   Tiga bulan ketiga terjadi pertumbuhan ukuran janin sangat cepat. Ukuran tubuh sudah proporsional, seperti bayi.

Uji Kompetensi Bab 1

A. Pilihan Ganda

1. b
3. a
5. d
7. c
9. b
11. d
13. b
15. c

B. Essai

1. Makanan merupakan sumber atau bahan bagi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup.
3. Manusia dan hewan mendapatkan makanan dengan memakan makanan atau memangsa makhluk lain. Adapun tumbuhan mendapatkan makanan melalui proses fotosintesis.
5. Gambar dapat dilihat pada buku Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk kelas VIII, Bab 1 halaman 11.
   - **Ovarium:** menghasilkan sel telur.
   - **Tuba Fallopi:** saluran sel telur.
   - **Rahim:** tempat pertumbuhan janin.
   - **Vagina:** saluran keluarnya bayi yang dilahirkan.

Bab 2

Soal Penguasaan Materi 2.1

1. Tulang, sendi, dan otot.

Soal Penguasaan Materi 2.2

1. Tulang tengkorak, tulang anggota badan, dan tulang anggota gerak.

Soal Penguasaan Materi 2.3

1. Tulang keras dan tulang rawan.

Soal Penguasaan Materi 2.4

1. Menghubungkan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain sehingga dapat bergerak.
3. Lima, yaitu sendi peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi geser, dan sendi pelana.

Soal Penguasaan Materi 2.5

1. Otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

Soal Penguasaan Materi 2.6

1. Rickets, osteoporosis, patah tulang, rachitis, lepas sendi, kelainan tulang belakang (skoliosis, kifosis, dan lordosis).

Uji Kompetensi Bab 2

A. Pilihan Ganda

1. d
3. a
5. d
7. d
9. c
11. c
13. b
15. d

B. Essai

1. Tulang mengandung zat kapur dan kalsium sehingga bersifat keras.
3. Berdasarkan keras dan lenturnya tulang, tulang dibedakan menjadi tulang keras dan tulang rawan.
   Berdasarkan bentuknya, tulang dibedakan menjadi tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang tidak beraturan.
5. Akibat kebiasaan duduk yang salah dapat menyebabkan kelainan, seperti skoliosis, kifosis, dan lordosis.

Bab 3

Soal Penguasaan Materi 3.1

1. Karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral.

Soal Penguasaan Materi 3.2

1. Mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, dan usus besar.
3. Usus besar

Soal Penguasaan Materi 3.3

1. Karena adanya bakteri yang dapat menyebabkan penyakit dan makanan yang tidak sehat.

Uji Kompetensi Bab 3

A. Pilihan Ganda

1. b
3. a
5. c
7. b
9. a
11. a
13. c
15. c

B. Essai

1. Proses mekanik terjadi di mulut oleh gigi. Proses kimiawi terjadi di mulut, lambung, usus halus, dan usus besar yang dilakukan oleh enzim-enzim pencernaan.
3. Katup epiglotis menutup saluran pernapasan (laring) saat makanan masuk ke saluran pencernaan (esofagus).
5. Maag terjadi karena pola makanan berubah. Saat jam makan, terjadi pengeluaran asam lambung yang cukup banyak untuk mencerna makanan yang akan masuk. Jika tidak ada makanan, asam lambung yang berlebih dapat merusak dinding lambung akibat keasaman yang tinggi. Hal ini menyebabkan lambung meradang, dikenal juga sebagai mag.

Bab 4

Soal Penguasaan Materi 4.1

1. Hidung, tenggorokan, dan paru-paru.

Soal Penguasaan Materi 4.2

1. Inspirasi adalah proses masuknya udara ke dalam paru-paru akibat kontraksi diafragma.
   Ekspirasi adalah proses keluarnya udara dari paru-paru akibat relaksasi diafragma.

Soal Penguasaan Materi 4.3

1. Karena adanya bakteri atau virus dalam sistem pernapasan, gaya hidup yang tidak sehat, dan faktor keturunan dari orang tua.

Uji Kompetensi Bab 4

A. Pilihan Ganda

1.	c	9.	b
3.	d	11.	a
5.	d	13.	a
7.	d	15.	d

B. Essai

1. Pernapasan adalah proses memasukkan oksigen ke dalam tubuh dan mengeluarkan karbon dioksida (udara sisa pembakaran) ke luar tubuh.
3. Pernapasan dada terjadi karena kontraksi dan relaksasi otot antartulang rusuk.
   Pernapasan perut terjadi karena kontraksi dan relaksasi diafragma.
5. Emfisema, asma, kanker paru-paru, tuberkulosis, bronkhitis, dan influenza.

Bab 5

Soal Penguasaan Materi 5.1

1. • Mengangkat sari-sari makanan dari usus dan mengedarkannya ke seluruh tubuh.
   • Mengangkut oksigen dari paru-paru serta mengedarkannya ke seluruh tubuh dan mengambil karbon dioksida dari seluruh tubuh ke paru-paru.
   • Mengangkut hormon dari pusat produksi hormon ke tempat tujuan di dalam tubuh.
   • Mengangkut sisa metabolisme sel untuk dibuang di ginjal.
   • Menjaga kestabilan suhu tubuh.
   • Membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh.

Soal Penguasaan Materi 5.2

1. Jantung dan pembuluh darah.

Soal Penguasaan Materi 5.3

1. Anemia, leukemia, dan thalasemia.

Uji Kompetensi Bab 5

A. Pilihan Ganda

1.	c	9.	d
3.	a	11.	a
5.	c	13.	a
7.	d	15.	c

B. Essai

1. Sebagai alat pengangkut sari-sari makanan, oksigen, hormon, dan sisa-sisa metabolisme, menjaga kestabilan suhu tubuh, dan membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh.
3. Golongan darah B, jika dengan golongan darah lain akan terjadi ketidakcocokan antigen sehingga menurunkan antibodi resipien.
5. Anemia adalah keadaan tubuh dimana kekurangan hemoglobin. Thalasemia adalah penyakit turunan dimana tubuh tidak mampu menghasilkan hemoglobin sehingga penderita mengalami anemia.

Bab 6

Soal Penguasaan Materi 6.1

1. Akar, batang, daun, dan bunga.

Soal Penguasaan Materi 6.2

1. Air masuk dari tanah ke akar melalui bulu-bulu akar secara difusi. Kemudian masuk ke pembuluh kayu (xylem).

Soal Penguasaan Materi 6.3

1. Apabila klorofil terkena energi sinar matahari maka air (H_2O) akan diuraikan menjadi hidrogen (H) dan oksigen (O). Sebagian energi sinar matahari disimpan dalam bentuk energi kimia. Dengan energi yang disimpan tadi klorofil menggabungkan CO_2 dari udara dengan RuBP menghasilkan molekul organik baru. Molekul organik baru akan diubah menjadi karbohidrat dan bahan-bahan organik lain melalui beberapa tahapan.

Soal Penguasaan Materi 6.4

1. Gerak taksis, tropisme, dan nasti.

Soal Penguasaan Materi 6.5

1. Hama: belalang, kumbang, ulat, wereng, tikus, dan walang sangit.
   Penyakit: bakteri, virus, dan jamur.

Uji Kompetensi Bab 6

A. Pilihan Ganda

1.	d	9.	b
3.	a	11.	c
5.	a	13.	d
7.	c	15.	d

B. Essai

1. Akar, batang, daun, dan bunga.
3. Kapilaritas batang, daya isap daun,
5. • Taksis, yaitu gerak seluruh tubuh tumbuhan menjauhi atau mendekati sumber rangsangan.
   • Tropisme, yaitu gerak sebagian tubuh tumbuhan, baik mendekati maupun menjauhi arah datangnya rangsang.
   • Nasti, yaitu gerak bagian tumbuhan yang arahnya tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan, tetapi ditentukan oleh tumbuhan itu sendiri.

Bab 7

Soal Penguasaan Materi 7.1

1. Logam besi, gas oksigen, dan gas hidrogen.
3. Karena memiliki elektron valensi yang sama.

Soal Penguasaan Materi 7.2

1. Persamaan: tersusun lebih dari 1 unsur.
   Perbedaan: molekul unsur tersusun atas unsur-unsur sejenis. molekul senyawa tersusun atas unsur-unsur yang berbeda.

3. Molekul senyawa: H_2O, NaCl, $C_{12}H_{22}O_{11}$

Soal Penguasaan Materi 7.3

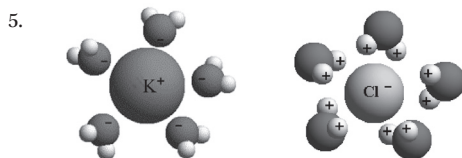
1. Anion adalah ion-ion unsur yang membentuk ion bermuatan negatif.
   Kation adalah ion-ion unsur yang membentuk ion bermuatan positif.
3. $Al_2(SO_4)_3$: nol: H_2O: nol; Al^{3+}: positif 3; SO_4^{2-}: negatif 2.

Uji Kompetensi Bab 7

A. Pilihan Ganda

1.	c	9.	b
3.	a	11.	c
5.	d	13.	d
7.	a	15.	c

B. Essai

1. Golongan IA dan VIA: Li_2S dan K_2O.
   Golongan IIA dan VIIA: $MgCl_2$ dan $BaBr_2$.
3. Jawaban berbeda-beda, bergantung tingkat pemahaman siswa dan kemampuan bahasa siswa.
5.

Bab 8

Soal Penguasaan Materi 8.1

1. Bahan kimia adalah bahan yang tersusun atas dua atau lebih zat penyusun, dimana zat-zat penyusun tersebut masih tetap mempertahankan sifat-sifat unsurnya.
3. Bagian hidrofilik berfungsi untuk melarutkan detergen dalam air, sedangkan bagian hidrofobik berfungsi untuk melarutkan detergen dalam minyak atau lemak.
5. Minyak wangi: *pucelle*, *axe*.
   Minyak rambut: *brisk*, *gatsby*, dan lain-lain.

Soal Penguasaan Materi 8.2

1. Zat aditif makanan adalah zat yang ditambahkan dan dicampurkan pada waktu pengolahan makanan untuk memperbaiki tampilan makanan, meningkatkan cita rasa, memperkaya kandungan gizi, menjaga makanan tidak cepat busuk, dan lain sebagainya.
3. Agar makanan terlihat lebih segar dan menarik sehingga menimbulkan selera orang untuk memakannya.
5. Karena memiliki pilihan warna yang lebih banyak, mudah disimpan, dan lebih tahan lama.
7. Dengan cara dikeringkan, didinginkan, ditambah zat pengawet alami (gula dan garam dapur), atau ditambah zat pengawet sintetik (asam cuka, natrium propionat, dan lain-lain).

Soal Penguasaan Materi 8.3

1. Zat adiktif adalah zat-zat yang pemakaiannya dapat menimbulkan ketergantungan fisik yang kuat dan ketergantungan psikologis yang panjang.
   Psikotropika adalah zat atau obat, baik alamiah maupun sintetik, bukan narkotika dan berkhasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan saraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku.
3. Narkotika: ganja, opium, kokain, sedativa dan hipnotika, nikotin, serta alkohol.
   Psikotropika: LSD (*Lysergic Acid Diethylamide*), dan amfetamin.
5. Beresiko terserang kanker paru-paru, kaki rapuh, katarak, gelembung paru-paru melebar, penyakit jantung koroner, kemandulan, dan gangguan kehamilan.
7. Jantung berdebar-debar, panik, mengamuk, *paranoid*, tekanan darah naik, pendarahan otak, suhu tubuh tinggi, kejang-kejang, kerusakan pada ujung-ujung saraf, dan dapat mengakibatkan kematian.

Uji Kompetensi Bab 8

A. Pilihan Ganda

1.	c	9.	a
3.	a	11.	c
5.	d	13.	c
7.	c	15.	b

B. Essai

1. Bahan pengawet: natrium benzoat, dan asam cuka.
   Bahan pewarna: tartrazin, kunyit, dan *brilliant blue*.
   Bahan pemanis: gula pasir, dan siklamat.
   Bahan penyedap: monosodium glutamat.
3. Keuntungan:
   - memperbaiki kualitas atau gizi makanan;
   - membuat makanan tampak lebih menarik;
   - meningkatkan cita rasa makanan;
   - membuat makanan menjadi lebih tahan lama atau tidak cepat basi dan busuk.

   Kerugian:
   - gangguan pada sistem saraf, ginjal, hati, dan kulit.
   - gejala pendarahan di lambung dan gangguan stimulasi saraf pusat;
   - terjadinya konflikasi pada otak dan hati;
   - menyebabkan kematian.
5. Dampak negatif penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika
   - mengakibatkan sindrom ketergantungan;
   - pengendalian diri menurun;
   - sukar tidur;
   - hiperaktif;
   - daya pikir menurun;
   - denyut nadi tidak teratur;
   - napas tidak teratur;
   - gangguan jiwa;
   - kejang-kejang;
   - gangguan fungsi organ tubuh;
   - kematian.

Uji Kompetensi Semester 1

A. Pilihan Ganda

1.	b	11.	c	21.	c	31.	b
3.	c	13.	b	23.	a	33.	b
5.	c	15.	a	25.	d	35.	b
7.	b	17.	a	27.	a	37.	d
9.	d	19.	d	29.	c	39.	a

B. Essai

1. Tahap perkembangan janin:
   a. Trisemester pertama: janin sudah berbentuk bayi, jari dan tangannya sudah dapat digerakkan.
   b. Trisemester kedua: tangan dan kaki janin sudah berkembang baik. Detak jantung sudah terdeteksi.

c. Trisemester ketiga: ukuran tubuh sudah proporsional. Anggota tubuh berkembang baik.

3. Pada usus halus dihasilkan enzim *peptidase* dan *maltase*.
5. Kapasitas total paru-paru adalah volume udara total yang dapat ditampung paru-paru. Kapasitas total paru-paru merupakan jumlah kapasitas vital paru-paru ditambahkan volume udara residu paru-paru.
7. Pada tumbuhan terdapat organ daun, batang, akar, dan bunga.
9. Berbuat onar, seperti perkelahian antar pelajar, melakukan kejahatan (pencurian, pemerkosaan), menimbulkan kecelakaan lalu lintas, timbulnya masalah dalam keluarga, dan mangganggu ketertiban umum.

Bab 9

Soal Penguasaan Materi 9.1

1. a. Ada, dorongan
   b. Gaya gesekan

Soal Penguasaan Materi 9.2

1. a. ●—●—●—●—●→
3. a. Benda akan bergeser ke kanan karena gaya dorong ke kanan lebih besar dari gaya dorong ke kiri.
5. a. R = 20 N

Soal Penguasaan Materi 9.3

1. a. Benda bergeser ke kanan
   c. $a = 14\ m/s^2$
3. *W* 0,5 kg = 5 N
   W 2 kg = 20 N
   W 10 kg = 100 N
   Ketinggian 338.000 km karena tidak ada pengaruh percepatan gravitasi.
5. *W* = 10 N
7. 30 N

Soal Penguasaan Materi 9.4

1. a. 10 N
   c. Jawaban bervariasi
3. Karena dapat mengurangi suara menderik dan memperlancar pintu saat dibuka atau ditutup. Gaya gesekan pada proses tersebut sangat merugikan.

Uji Kompetensi Bab 9

A. Pilihan Ganda

1.	d	9.	c
3.	d	11.	b
5.	b	13.	b
7.	c	15.	d

B. Essai

1. a. Massa benda di Bumi dan di Bulan adalah sama, yaitu 1 kg.
   c. Massa benda di semua tempat adalah sama, sedangkan berat benda bergantung pada percepatan gravitasi di tempat benda tersebut.
3. a. benda tetap diam
   c. benda bergerak
5. 16 N

Bab 10

Soal Penguasaan Materi 10.1

1. Jawaban bervariasi bergantung pemahaman siswa.

Soal Penguasaan Materi 10.2

1. Jawaban bervariasi bergantung pemahaman siswa.
3. 25 m

Soal Penguasaan Materi 10.3

1. Energi kimia
3. Energi kimia dan energi panas

Soal Penguasaan Materi 10.4

1. Ek = 0

Soal Penguasaan Materi 10.5

1. *W* = 50.5 = 250 J

Soal Penguasaan Materi 10.6

1. a. 100 N
3. a. 50 N
5. Agar kemiringan jalan dapat berkurang atau menjadi landai sehingga energi yang diperlukan untuk melewati jalan tersebut tidak terlalu besar.
7. 1 m

Uji Kompetensi Bab 10

A. Pilihan Ganda

1.	a	9.	c
3.	d	11.	a
5.	a	13.	c
7.	b	15.	c

B. Essai

1. a. Lampu pijar: energi listrik menjadi energi cahaya dan energi panas.
   c. *Mixer* pengocok telur: energi listrik menjadi energi gerak.
3. Jawaban bervariasi bergantung pada pemahaman siswa.
5. Kemudahan pada katrol tetap adalah adanya perubahan arah gaya kuasa yang kita lakukan.

Bab 11

Soal Penguasaan Materi 11.1

1. Supaya dapat menahan tekanan dari beban yang disimpan dalam tas.

Soal Penguasaan Materi 11.2

1. a. Air akan mengalir ke luar melalui ketiga lubang tersebut.
   c. Air yang mengalir ke luar memiliki kecepatan sama, air dapat keluar karena adanya tekanan hidrostatis.
3. P = 1.000 × 2 × 10 = 20.000 N

Soal Penguasaan Materi 11.3

1. Jawaban bervariasi, bergantung pada pemahaman siswa.

Soal Penguasaan Materi 11.4

1. 5 N

Soal Penguasaan Materi 11.5

1. a. 53,2 cmHg
   c. 3000 m
3. Jawaban bervariasi, bergantung pada pemahaman siswa.

Uji Kompetensi Bab 11

A. Pilihan Ganda

1.	b	9.	b
3.	b	11.	a
5.	a	13.	c
7.	b	15.	a

B. Essai

1. Bentuk runcing dan tajam membuat benda memiliki tekanan yang sangat besar karena penampangnya sangat kecil.
3. Hal itu dapat terjadi karena adanya gaya angkat ke atas atau gaya apung air sebesar 20 N.
5. 10 atm

Bab 12

Soal Penguasaan Materi 12.1

- Jika B titik kesetimbangan maka satu getaran: BCBAB.
- Jika C titik kesetimbangan maka satu getaran: CBABC.
- Jika A titik kesetimbangan maka satu getaran: ABCBA.

Soal Penguasaan Materi 12.2

1. a. 4 Hz

Soal Penguasaan Materi 12.3

1. Getaran atau usikan yang merambat

Soal Penguasaan Materi 12.4

1. Gelombang transversal arah getarannya tegak lurus terhadap arah rambatannya, sedangkan gelombang longitudinal arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya.

Soal Penguasaan Materi 12.5

1. a. 2 gelombang
   c. 4 sekon

Soal Penguasaan Materi 12.6

1. 0,25 m/s

Soal Penguasaan Materi 12.7

1. Pembalikan arah gelombang daari permukaan yang dikenainya.

Uji Kompetensi Bab 12

A. Pilihan Ganda

1.	d	9.	d
3.	b	11.	d
5.	d	13.	d
7.	d	15.	d

B. Essai

1. a. Simpangan adalah jarak beban terhadap titik kesetimbangannya. Contoh simpangan adalah jarak AB, BC, dan BD.
   c. Jarak satu periode adalah jarak tempuh beban untuk melakukan satu gerakan. Contohnya adalah A – B – D – A atau B – D – A – B.
3. Gelombang adalah usikan atau getaran yang merambat. Adapun getaran adalah gerak bolak-balik melalui titik setimbang. Getaran merupakan sumber gelombang dan getaran tidak memudahkan energi seperti, halnya gelombang.
5. a. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatnya.
   c. Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium atau zat perantara dalam perambatannya.

Bab 13

Soal Penguasaan Materi 13.1

1. Gelombang longitudinal
3. Gitar yang dipetik, gendang yang dipukul, dan biola yang digesek.

Soal Penguasaan Materi 13.2

1. 264 Hz

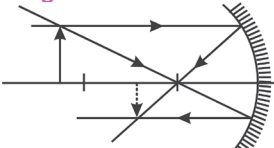
Uji Kompetensi Bab 13

A. Pilihan Ganda

1.	d	9.	c
3.	a	11.	b
5.	b	13.	a
7.	b	15.	a

B. Essai

1. 990 m
3. Bola C akan ikut bergetar karena beresonansi dengan bola A. Resonansi dapat terjadi jika frekuensi kedua bola sama dan frekuensi bola dipengaruhi panjang tali.
5. 680 m

Bab 14

Soal Penguasaan Materi 14.1

1. Cahaya adalah salah satu bentuk gelombang elektromagnetik yang dapat merambat melalui ruang hampa udara.

Soal Penguasaan Materi 14.2

1. 46° karena pantulan sinar terbesarnya berada pada sudut pantul. Adapun sudut pantul sama dengan sudut datang.

Soal Penguasaan Materi 14.3

1.

3. a. s' = –3 cm
   c. s' = 24 cm
5. a. s' = $-\frac{10}{6}$ cm
   c. s' = –60 cm

Soal Penguasaan Materi 14.4

1. a. Berkas cahaya akan dibiaskan mendekati garis normal.
3. a.

Soal Penguasaan Materi 14.5

1. Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua permukaan berdasarkan bentuk permukaannya.
3. Lensa cekung bersifat divergen (menyebarkan cahaya), sedangkan lensa cembung bersifat konvergen (mengumpulkan cahaya).

Soal Penguasaan Materi 14.6

1. Pada lup, benda diletakkan di antara titik O dan F.

Soal Penguasaan Materi 14.7

1. Penguraian warna putih menjadi warna-warna cahaya pembentuknya.

Uji Kompetensi Bab 14

A. Pilihan Ganda

1.	c	9.	b
3.	c	11.	c
5.	a	13.	a
7.	c	15.	a

B. Essai

1. a. Terbentuknya bayangan badan kamu disebabkan karena pada medium yang sama, cahaya merambat lurus sehingga tidak tembus.
3. Cermin cekung digunakan pada alat masak yang memanfaatkan sumber matahari. Adapun cermin cembung digunakan pada spion mobil.
5. a. Indeks bias adalah perbandingan antara kecepatan cahaya di udara dan kecepatan cahaya di medium.
   c. Jawaban bervariasi bergantung pada pemahaman siswa.

Bab 15

Soal Penguasaan Materi 15.1

1. Cahaya dipantulkan benda ke mata yang ditangkap sebagai bayangan yang terbentuk di retina.

Soal Penguasaan Materi 15.2

1. Pelat film sensitif terhadap cahaya.
3. Sama

Soal Penguasaan Materi 15.3

Agar mendapatkan bayangan yang sebesar-besarnya. Bayangan akan berada di jauh tah hingga.

Soal Penguasaan Materi 15.4

1. Mikroskop elektron adalah jenis mikroskop yang memiliki kemampuan memperbesar bayangan jauh lebih baik dibandingkan mikroskop umumnya. Mikroskop ini mampu mengamati virus.

Soal Penguasaan Materi 15.5

Alat bantu optik yang berfungsi untuk mengamati benda dalam jarak jauh atau berada dalam sudut tertentu.

Uji Kompetensi Bab 15

A. Pilihan Ganda

1.	c	9.	d
3.	b	11.	b
5.	b	13.	a
7.	c	15.	b

B. Essai

1. Alat optik adalah alat-alat yang prinsip kerjanya berdasarkan sifat cahaya. Contoh alat optik adalah mata, mikoskop, lup, periskop, kamera, kacamata, teropong, dan sebagainya.
3. a. Diafragma pada kamera berfungsi sama dengan pupil pada mata. Pelat film pada kamera berfungsi sama dengan retina pada mata. Lensa kristalin pada mata berfungsi sama dengan lensa pada kamera.
5. a. Cacat mata adalah kelainan pada mata yang disebabkan daya akomodasi mata berkurang atau titik dekat dan titik jauhnya sudah tidak normal.

Uji Kompetensi Semester 2

A. Pilihan Ganda

1.	a	11.	d	21.	b	31.	d
3.	b	13.	b	23.	a	33.	d
5.	b	15.	a	25.	c	35.	b
7.	b	17.	d	27.	c	37.	b
9.	a	19.	c	29.	d	39.	c

B. Essai

1. 70 N
3. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi energi dapat berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk lain.
5. a. Terapung = gaya ke atas > gaya berat.
   c. Tenggelam = gaya ke atas < gaya berat
7. f = 2 Hz dan T = 0,5 s
9. 22,02°

Uji Kompetensi Akhir Tahun

A. Pilihan Ganda

1.	d	11.	c	21.	b	31.	b
3.	a	13.	c	23.	a	33.	d
5.	d	15.	a	25.	c	35.	b
7.	c	17.	d	27.	c	37.	d
9.	d	19.	c	29.	b	39.	c

B. Essai

1. Contoh zat yang diperlukan tubuh, yaitu karbohidrat dan vitamin. Karbohidrat banyak terkandung pada makanan pokok, seperti nasi dan jagung. Adapun vitamin banyak terdapat pada buah-buahan, seperti buah mangga dan jeruk.
3. Di alveoli paru-paru, hemoglobin dalam darah mengikat oksigen dan melepaskan karbon dioksida.
5. Jawaban bervariasi bergantung tingkat pemahaman siswa.
7. Dengan membuat pisau menjadi tajam, berarti permukaan bidang pisau menjadi sangat kecil sehingga tekanan yang dimiliki mata pisau tersebut sangat besar untuk memotong benda lain.
9. s' = –24 cm atau di belakang cermin.

Daftar Istilah

Alat optik : alat-alat yang prinsip kerjanya berdasarkan sifat-sifat cahaya.

Albumin : protein dalam plasma darah, terkandung banyak di dalam putih telur.

Alveoli: bagian paru-paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas.

Amilase : enzim pencernaan yang mengubah amilum menjadi maltosa.

Amplitudo : simpangan terjauh pada getaran atau gelombang.

Anemia : penyakit kekurangan darah.

Anion : ion atau partikel yang bermuatan negatif.

Antibodi : protein anti terhadap bahan yang tak dikenal atau asing bagi tubuh suatu individu.

Atom : partikel terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki ciri kimia dari unsur tersebut.

Atrium : serambi jantung.

Arteri : pembuluh nadi yang berperan mengangkut oksigen dari jantung ke seluruh bagian tubuh.

Arthritis : penyakit radang pada sendi.

Barometer : alat ukur tekanan.

Basofil : jenis leukosit berinti, bentuknya seperti huruf S.

Biodegradable : kemampuan suatu senyawa untuk terurai secara alamiah dengan berjalannya waktu.

Diafragma : lubang pada kamera yang besarnya dapat diatur dan berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk.

Difusi: perpindahan air dari larutan pekat ke larutan yang encer.

Dinamometer : alat ukur gaya secara langsung.

Ekspirasi: pengeluaran udara dari dalam tubuh.

Emfisema : kelainan pada paru-paru yang ditandai dengan adanya gas di luar gelembung atau rongga dada.

Energi : kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja.

Energi kimia : energi yang tersimpan dalam persenyawaan kimia.

Energi mekanik : penjumlahan energi potensial dan energi kinetik.

Energi potensial : energi yang dimiliki benda karena posisinya.

Energi kinetik : energi yang dimiliki benda karena geraknya.

Esofagus : saluran pencernaan antara tekak (pharinx) dan lambung (gaster, gastrum).

Frekuensi : banyaknya getaran atau gelombang jarak satu sekon.

Fungisida : pestisida yang dipakai untuk memberantas dan mencegah pertumbuhan jamur atau cendawan.

Fibrinogen : protein dalam plasma darah yang akan menjadi serat fibrin.

Fototaksis : gerak seluruh bagian tubuh tumbuhan yang mengikuti arah datangnya cahaya.

Fototropisme : gerak sebagian tubuh tumbuhan yang mengikuti arah datangnya cahaya.

Fraktura : patah tulang.

Fungisida : bahan kimia pembasmi jamur.

Gaya : dorongan atau tarikan yang memiliki arah.

Gaya gesekan : gaya yang dihasilkan karena persentuhan langsung dua permukaan yang bergesekan.

Gaya normal : gaya yang dimiliki benda yang berada tepat di permukaan bidang dan arahnya tegak lurus bidang.

Gelombang : getaran atau usikan yang merambat.

Gelombang elektromagnetik : gelombang yang dapat merambat dalam medium dan tanpa medium.

Gelombang longitudinal : gelombang yang arahnya sejajar atau searah dengan arah rambatnya.

Gelombang mekanik : gelombang yang dalam perambatennya memerlukan medium.

Gelombang transversal : gelombang yang arahnya tegak lurus terhadap arah rambatnya.

Getaran : gerak bolak-balik periodik.

Golongan : sederet unsur yang menempati Tabel Periodik sebagai kolom tegak.

Gravitasi : gaya yang menyebabkan suatu benda jatuh ke permukaan bumi.

Gerak nasti : gerak sebagian tubuh tumbuhan yang tidak dipengaruhi arah rangsang.

Gerak taksis : gerak seluruh tubuh tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah rangsang.

Gerak tropisme : gerak sebagian tubuh tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah rangsang.

Geotropisme : gerak sebagian tubuh tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah gravitasi bumi.

Hemoglobin : pigmen darah yang berfungsi untuk mengikat oksigen.

Herbisida : pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma).

Hidrofilik : bersifat menyukai air.

Hidrofobik : bersifat tidak menyukai air.

Hidrometer : alat ukur massa jenis zat cair.

Hipermetropi : cacat mata yang penderitanya tidak dapat melihat benda-benda dekat dengan jelas.

Hukum Archimides : jika suatu benda dicelupkan ke dalam zat cair, baik sebagian atau seluruhnya, benda akan mendapat gaya ke atas yang sama besarnya dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut.

Hukum Kekekalan Energi : energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah bentuk.

Hukum Pascal : tekanan yang dikerjakan pada zat cair di ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama rata.

Ikatan ion : ikatan yang terbentuk antara ion-ion yang berbeda muatan.

Ileum : bagian bawah dari usus halus tempat penyerapan makanan.

Insektisida : pestisida yang digunakan untuk memberantas serangga.

Inspirasi : masuknya udara ke dalam tubuh.

Ion : partikel bermuatan.

Kation : ion atau partikel yang bermuatan positif.

Kelembaman : kecenderungan benda untuk berada dalam keadaan diam.

Kemotaksis : gerak sebagian tubuh tumbuhan yang dipengaruhi oleh adanya zat kimia.

Keseimbangan : keadaan pada saat resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol.

Keuntungan mekanis : keuntungan yang dimiliki pesawat sederhana.

Limfosit : sel darah putih, termasuk kelompok agranulosit.

Leukemia : meningkatnya jumlah leukosit yang abnormal, sedangkan jumlah eritrosit dan leukosit menurun.

Lipase : enzim pemecah lemak (lipid) menjadi asam lemak dan gliserol.

Logam alkali : kelompok logam atau unsur yang meliputi Li, Na, K, Rb, Cs, dan Fr, ditempatkan pada Tabel Periodik sebagai golongan IA.

Logam alkali tanah : kelompok unsur atau logam yang mencakup Be, Mg, Ca, Sr, Ba, dan Ra ditempatkan pada Tabel Periodik sebagai golongan 11 A.

Massa jenis : massa benda per satuan volume.

Miopi : cacat mata yang penglihatan penderitanya tampak buram jika melihat benda-benda jauh.

Molekul : gabungan dua atom atau lebih yang berasal dari unsur yang sama atau berbeda.

Molekul unsur : gabungan dua atom atau lebih yang berasal dari unsur yang sama.

Molekul senyawa : gabungan dua atom atau lebih yang berasal dari unsur yang berbeda.

Monosit : sejenis leukosit berinti besar dan sitoplasma bergranula.

Metamorfosis : perubahan bentuk larva menjadi bentuk dewasa.

Nematisida : pestisida yang digunakan untuk memberantas hama tanaman jenis cacing.

Neutrofil : jenis leukosit yang dapat bergerak amuboid dan fogositosis.

Osteoforosis : rapuh tulang, terbentuk pori-pori pada tulang, lalu patah.

Ovarium : indung telur, tempat pembentukan sel telur.

Overdosis : penggunaan obat secara berlebihan.

Panjang satu gelombang : panjang satu bukit dan satu lembah.

Percepatan gravitasi : nilai percepatan yang dimiliki benda yang jatuh karena adanya gravitasi bumi.

Periode : deret unsur pada Sistem Periodik Unsur yang tersusun secara mendatar dan menggambarkan perubahan sifat atom unsur secara periodik menurut kenaikan nomor atomnya.

Periskop: alat optik yang berfungsi untuk mengamati benda dalam jarak jauh atau berada dalam sudut tertentu, alat optik ini biasa dipasang pada kapal selam.

Pesawat sederhana : ala-atat mekanik untuk memudahkan kerja manusia.

Poliatomik : molekul yang tersusun oleh tiga buah atom atau lebih.

Presbiopi : cacat mata yang penderitanya tidak dapat melihat benda-benda jauh atau dekat dengan jelas. Cacat ini lebih banyak disebabkan faktor usia.

Psikotropika : zat atau obat, baik alamiah maupun sintetik, bukan narkotika dan berkhasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan saraf pusat.

Prinsip bejana berhubungan : prinsip yang menyatakan bahwa pemukaan air selalu rata, tidak dipengaruhi oleh bentuk permukaan dasarnya atau bentuk tabungnya dengan tempat air tersebut.

Peristaltik : gerak bergelombang kempis dan kendur otot saluran pencernaan dari depan sampai ke belakang.

Pubertas : usia remaja dimana terjadi pertumbuhan fisik sekunder yang menandakan organ reproduksi sudah berfungsi.

Pepsinogen : bahan belum aktif pepsin, aktif setelah bereaksi dengan asam lambung (HCl).

Pestisida : zat kimia yang berfungsi untuk membasmi hama.

Protombin : protein larut dalam plasma darah berperan dalam pembekuan darah.

Resultan : hasil penjumlahan atau pengurangan dua atau lebih gaya.

Resipien universal : penerima darah dari segala jenis golongan darah.

Rodentisida : pestisida yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa hewan pengerat, seperti tikus.

Renin : enzim yang diproduksi lapisan lendir lambung untuk mengubah protein susu menjadi kasein.

Senyawa ion : senyawa yang terbentuk karena adanya ikatan ion.

Sistem periodik unsur : sistem kelompok unsur yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atom unsur.

Stomata : tempat keluar masuknya air dan udara pada daun.

Seismonasti : gerak nasti yang disebabkan oleh rangsang berupa sentuhan atau getaran.

Termonasti : gerak nasti yang disebabkan oleh rangsang berupa suhu.

Thalasemia : penyakit keturunan dimana tubuh tidak mampu memproduksi hemoglobin dan sel darah merah.

Tekanan : dorongan gaya yang diberikan tiap satuan luas permukaan bidang tekan.

Tekanan atmosfer : tekanan udara, tekanan yang dimiliki atmosfer.

Tripsonogen : enzim yang dihasilkan oleh pankreas.

Usaha : besaran fisika yang dihasilkan oleh gaya yang dikerjakan pada suatu benda itu berpindah tempat.

Zat aditif : zat yang ditambahkan pada suatu bahan atau makanan dengan tujuan agar bahan makanan itu memiliki nilai, fungsi, ukuran, rasa, warna, bau, atau sifat-sifat tertentu.

Zat aditif sintetik : zat aditif dari bahan kimia yang memiliki sifat serupa dengan bahan alami yang sejenis.

Zat adiktif : istilah untuk zat yang pemakaiannya dapat menimbulkan ketergantungan fisik yang kuat dan ketergantungan psikologis yang panjang.

Ahmad, Dadan S. 2006. *Mengenal Makanan Sehat*. Jakarta Pusat: CV. Karya Mandiri Pratama.

Ann, kramer. 1999. *Ensiklopedia Populer Anak*. Jakarta: PT. Ichar Baru Van Hoeve.

Brandwein, P.F. 1990. *Concepts in Science*. Teacher Edition. New York: Harcourt, Brace & World, Inc.

Brewer, Sarah. 1997. *Fakta Tubuh*. Jakarta: Erlangga.

Brooker. et. al. 2008. *Biology*. New York: McGraw-Hill.

Bumei, David. 1997. *Jendela IPTEK*: Jakarta: Balai Pustaka.

Campbell, N.A, et. al. 2006. *Biology: Concept & Connections*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company.

Dolphin, Warren D. 2008. *Biological Investigations*. New York: McGraw-Hill.

Farndon, John. 2004. *Grolier Science Library: Great Scientists*. Essex: Miles Kelly Publishing Ltd.

Farndon, John & Ian Graham. 2004. *Grolier Science Library: Discovering Science*. Essex: Miles Kelly Publishing Ltd.

Greenleaf, Paul. 1996. *The Visual Dictionary of Human Anatomy*. London: Dorling Kindersley.

John W. Hill & Dorris K. Kolb. 2007. *Chemistry (for Changing Times)*. new Jersey: Pearson Education, Inc.

Kardong, Kenneth V. 2006. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. New York: McGraw-Hill.

Karp, Gerald. 2008. *Cell and Molecular Biology*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Kusumawati, E. J., dkk. (Ed.). 2006. *Menjelajahi dan Mempelajari: Aku dan Tubuhku*. Bandung: Pakar Raya.

McDermott, L. C. 1996. *Physics by Inquiry*. Volume I & II. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Milani. J.P. et al 1992. *Biological Science: An Ecological Approach. Green Version.* 7th edition. Kendall/ Hunt Publishing Co.,keper.

Moore, Randy, et al. 1995. *Botany*. Indiana Polis: Brown Publisher.

Noor, S dan Kaniawati, I. 2007. *Sains untuk Pemula*. Bandung: PT. Setia Purna Inves.

Parker, Steve. 1997. *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*. Jakarta: Balai Pustaka.

Petrucci, Ralph H. et.al. 2007. *General Chemistry & Modern Applications*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Riky, Peter. 2004. *Plants*. British Library: Miles Kelly Publishing Ltd.

Rutherford F.J & Ahlgren, A. 1990. *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.

Starr, C. 1999. *Biology: The Unity and Diversity of Life*. California: Wadsworth Publishing.

Sylvia, S., Mader. 1991. *Biology: Evolusi, Kepelbagaian dan Persekitaran*. Malaysia: Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka

Tim Penyusun. 1996. *Indonesia Heritage: Ancient History*. Jakarta: Buku Antar Bangsa.

Tippler. 2000. *Fisika*. Jilid I dan II. Jakarta: Erlangga.

William, Gareth. 2002. *Biology for You*. Cheltenham: Nelson Thomas Ltd.